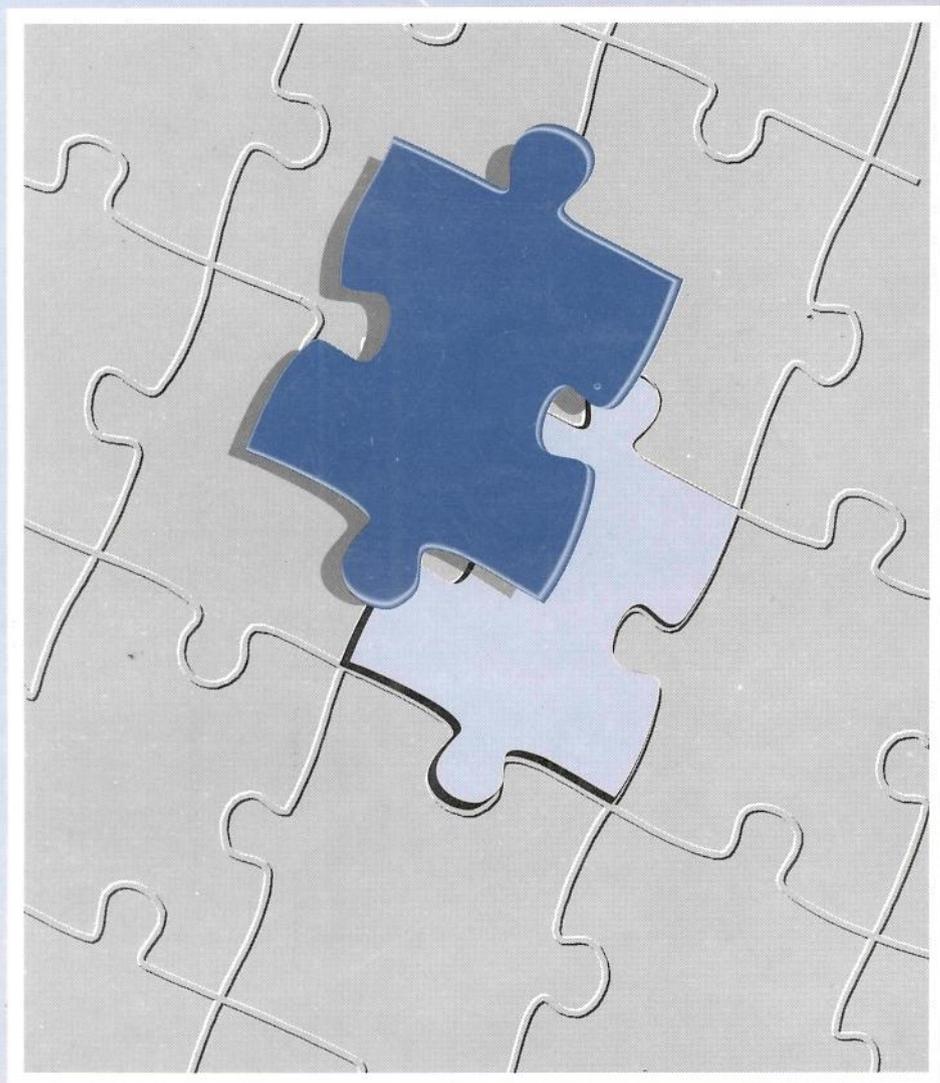


# COMPUTADORES E CONHECIMENTO

REPENSANDO A EDUCAÇÃO



**Organizado por José Armando Valente**

# COMPUTADORES E CONHECIMENTO

## Repensando a Educação

2ª Edição

Organizado por:

**José Armando Valente**

Coordenador do  
Núcleo de Informática Aplicada à Educação  
Universidade Estadual de Campinas

**Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP**  
**Núcleo de Informática Aplicada à Educação – NIED**  
Prédio V da Reitoria, 2º Piso  
13083-970 Campinas, SP  
Brasil

<http://www.unicamp.br/nied>  
e-mail: [nied@cesar.unicamp.br](mailto:nied@cesar.unicamp.br)  
Telefones: (019) 788-7350 e 788-8136  
Fac-símile: (019) 239-4717

Copyright© 1998, José Armando Valente

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA CENTRAL - UNICAMP

C739  
2. ed.

Computadores e conhecimento: repensando a  
educação/José Armando Valente, organizador  
-- 2. ed. -- Campinas, SP: UNICAMP/NIED,  
1998.  
501p.

1.Aprendizagem. 2.Teoria da informação em  
educação. 3.LOGO (Linguagem de  
Programação de Computador). I Valente, José  
Armando. II Título.

20. CDD-370.152  
-371.334  
-005.133

Índices para catálogo sistemático

1. Aprendizagem — 370.152
2. Teoria da informação em educação — 371.334
3. LOGO (Linguagem de Programação de Computador) — 005.133

Esta 2ª edição foi produzida mediante patrocínio do Colégio Objetivo de Campinas e da Universidade Estadual de Campinas. Entretanto, os pontos de vista, bem como as opiniões, não representam necessariamente a visão oficial ou opiniões dessas instituições.

## PREFÁCIO DA SEGUNDA EDIÇÃO

A primeira edição desse livro foi produzida em 1993. Nessa época, a Informática na Educação restringia-se a alguns centros de pesquisa e era pouco disseminada nas escolas. Todo o material utilizado no livro foi desenvolvido utilizando computadores da linha MSX; ainda não se falava em Internet na educação, e tampouco a multimídia era acessível às escolas. Nos últimos cinco anos a Informática na Educação sofreu enormes transformações. Hoje as escolas estão se equipando com computadores PC multimídia, a Internet passou a ser uma das principais fontes de busca de informação e é impossível pensar em um software educacional que não seja multimídia. Considerando-se esses fatores como justificam a reedição de um livro sobre Informática na Educação que não trata dos novos avanços da área?

A resposta está no fato de o livro abordar como o computador pode auxiliar o processo de aprendizagem. A ênfase do livro está especificamente em como a atividade de programação de computadores pode contribuir no processo da aprendizagem. Nesse sentido, o material do livro não é desatualizado. Muito pelo contrário. A disseminação da Informática na Educação e os avanços dos software educacionais estão mostrando que a distinção entre o uso do computador para ensinar ou para promover a aprendizagem, é a grande questão. Muitas escolas adquiriram computadores, implantaram os software mais sofisticados, mas continuam usando esses recursos para manter a escola no seu *status quo*: de repassadora da informação, só que agora, auxiliada pela Informática. Nenhuma mudança pedagógica foi conseguida com esse investimento. Portanto, a questão da Informática na Educação não é discutir o software em si, mas sim, como o software pode ser usado como parte da mudança pedagógica da escola: de uma pedagogia que enfatiza a transmissão da informação para uma pedagogia que incentiva o aluno a buscar e selecionar informações e a construir o seu conhecimento.

O livro mostra como a programação de computadores pode contribuir para essa mudança pedagógica. Software como multimídia, e a Internet, entre outros, podem ser discutidos nos mesmos moldes que foram adotados para a questão da programação. Assim, o exercício que deve ser feito pelo leitor é o de avaliar como o processo da aprendizagem

obtida por meio da programação pode também ser conseguida através do uso de outros tipos de software educacionais. Assim, a reedição desse material é pertinente, pois os benefícios pedagógicos de um novo software podem ser discutidos a luz da análise em relação a atividade de programação.

Aproveito para agradecer o patrocínio do Colégio Objetivo de Campinas nessa reedição, o apoio dos autores e o trabalho de produção da presente edição de Manoel Lourenço Filho e Viviane Therezinha de Faria Fonseca.

José Armando Valente

## APRESENTAÇÃO DO LIVRO

A celebração dos 10 anos de existência do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) criou a oportunidade para a realização desse livro. Ao longo desses anos temos participado ativamente da construção de uma nova área de pesquisa - Informática Aplicada à Educação - o que tem gerado uma série de idéias sobre educação, construção do conhecimento e o desenvolvimento de software e de equipamentos para serem utilizados como ferramentas educacionais. O conteúdo do livro reflete o estado atual dessas idéias e o trabalho que estamos desenvolvendo.

O trabalho de pesquisa do NIED tem sido realizado em estreita colaboração com escolas da rede pública estadual e municipal de Campinas. Nessas escolas estão instalados laboratórios de microcomputadores e os professores foram formados para introduzir o computador como ferramenta no desenvolvimento de temas curriculares. Essa colaboração tem beneficiado tanto os pesquisadores do NIED na compreensão do papel do computador, quanto os professores que participam desse projeto e que gradualmente estão modificando a sua prática pedagógica. Isso pode ser constatado, pelos relatos produzidos pelos professores dessas escolas e que fazem parte desse livro.

Todas essas atividades têm como objetivo repensar a educação. Nossa preocupação não é a informatização de métodos instrucionais, para torná-los mais eficientes mas, criar ambientes de aprendizagem baseados no computador onde o aluno possa explorar assuntos de natureza intelectual e elaborar o seu conhecimento como produto de um processo de construção mental.

Este livro, mais que uma coletânea de artigos sobre a Informática na Educação, expressa a reflexão de um grupo que busca articular as questões pedagógicas com o papel a ser ocupado pelo computador na educação.

Os capítulos do livro foram divididos em três partes:

### **Parte I - FUNDAMENTOS**

Consiste de quatro capítulos, cujo objetivo é apresentar as idéias básicas que norteiam as razões e os diferentes usos do computador na educação; a criação do LEGO-Logo, como um ambiente alternativo de educação e novos paradigmas computacionais presentes nas linguagens de programação.

### **Parte II - TEMAS EM ESTUDO**

Consiste de sete capítulos que descrevem casos específicos ou resultados de experiências relativas ao uso do computador na educação e ao desenvolvimento de software e hardware com objetivos educacionais.

### **Parte III - EXPERIÊNCIAS NAS ESCOLAS**

Consiste de cinco capítulos desenvolvidos pelos professores das escolas que colaboram com o trabalho de pesquisa do NIED.

**José Armando Valente**

# SUMÁRIO

## PARTE — I FUNDAMENTOS

- |   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Diferentes Usos do Computador na Educação<br><i>José Armando Valente</i>   | 01 |
| 2 | Por Quê o Computador na Educação?<br><i>José Armando Valente</i>   | 29 |
| 3 | Procedimento, Função, Objeto ou Lógica?<br>Linguagens de Programação vistas pelos seus<br>Paradigmas<br><i>Maria Cecília Calanti Baranauskas</i> | 55 |
| 4 | LEGO-Logo: Explorando o Conceito de Design<br><i>José Armando Valente</i><br><i>Cláudio Cesar Canhette</i>                                       | 77 |

## PARTE — II TEMAS EM ESTUDO

- |   |   |     |
|---|---|-----|
| 5 | EDUCOM-UNICAMP: 10 anos de Trabalho com a<br>Escola Pública<br><i>José Armando Valente</i>                              | 93  |
| 6 | Logo no Curso de Magistério: O Conflito entre<br>Abordagens Educacionais<br><i>Maria Elisabette Brisola Brito Prado</i> | 119 |

<b>7</b>	<b>Formação de Profissionais na Área de Informática em Educação</b>	<b>139</b>
	<i>José Armando Valente</i>	
<b>8</b>	<b>Uso do Computador em uma Experiência com Crianças Carentes</b>	<b>165</b>
	<i>José Armando Valente</i>	
<b>9</b>	<b>O Ambiente Logo na Pré-Escola</b>	<b>213</b>
	<i>Afira Vianna Ripper</i>	
<b>10</b>	<b>O Fazer Musical em um Contexto Computacional</b>	<b>233</b>
	<i>Maria Cecília Martins</i>	
<b>11</b>	<b>A Importância da Heurística no Processo de Construção de Noções Geométricas em Ambientes Informatizados</b>	<b>251</b>
	<i>Rosana Giaretta Sguerra Miskulin</i>	
<b>12</b>	<b>Logo e Microgêneses Cognitivas: Um Estudo Preliminar</b>	<b>281</b>
	<i>Maria Tereza Eglér Mantoan</i> <i>Maria Elisabette Brisola Brito Prado</i> <i>Fernanda Maria Freire Barrella</i>	
<b>13</b>	<b>O Trabalho Linguístico do Sujeito ao Adquirir a Linguagem Logo</b>	<b>307</b>
	<i>Fernanda Maria Freire Barrella</i>	
<b>14</b>	<b>O Sistema "Enxuto" e a Educação no Brasil</b>	<b>327</b>
	<i>Jaures Mazzone</i>	
<b>15</b>	<b>Uma Abordagem Construcionista ao Design de um Ambiente para Programação em Lógica</b>	<b>375</b>
	<i>Maria Cecília Calani Baranauskas</i>	
<b>16</b>	<b>Representações Computacionais Auxiliares ao Entendimento de Conceitos de Programação</b>	<b>395</b>
	<i>Helóisa Vieira da Rocha</i>	

- 17 **Uso do Computador para Controle de Dispositivos: O Traçador Gráfico (PLOTTER)** 417  
*João Vilhete Viegas D'Abreu*

**PARTE — III**  
**EXPERIÊNCIAS NAS ESCOLAS**

- 18 **Uma Atividade LEGO-Logo em Trigonometria** 437  
*Odete Sidericoudes*
- 19 **O Sistema LEGO-Logo no Ensino da Física** 451  
*Célia Decresci de Oliveira*
- 20 **Expectativas e Reflexões sobre o Uso do Computador como Recurso Pedagógico** 459  
*Célia Decresci de Oliveira*  
*Elisabeti de Azevedo Cheretti*  
*Nilze Maria Sabatini Nascimbem*  
*Odete Sidericoudes*  
*Vania Regina Faça*  
*Viviani Rose Ortelli*
- 21 **O EDUCOM na EEPSC "Dr. Tomás Alves"** 471  
*José Cláudio Franchon*  
*Vera Lúcia Alves Lopes*  
*Vera Regina Rossin Caetano*  
*Sérgio Valdir Trentim*  
*Ana Regina Bertassolli Angi*  
*Ize Zenebra*  
*Marília Bueno Pereira*
- 22 **O Projeto Eureka** 489  
*Afira Vianna Ripper*  
*Álvaro José Pereira Braga*  
*Raquel Almeida Moraes*

**PARTE — I**  
**FUNDAMENTOS**

# CAPÍTULO 1

## DIFERENTES USOS DO COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO

José Armando Valente\*

### INTRODUÇÃO

Para a implantação do computador na educação são necessários basicamente quatro ingredientes: o computador, o software educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o aluno. Todos eles têm igual importância e serão devidamente tratados ao longo desse livro. Entretanto, esse capítulo apresenta uma visão geral dos diferentes usos do computador e, especificamente, descreve os diferentes tipos de software educativo: um ingrediente com tanta importância quanto os outros pois, sem ele, o computador jamais poderá ser utilizado na educação.

Na educação o computador tem sido utilizado tanto para ensinar sobre computação — **ensino de computação** ou "computer literacy" — como para ensinar praticamente qualquer assunto — **ensino através do computador**. No ensino de computação o computador é usado como objeto de estudo, ou seja, o aluno usa o computador para adquirir conceitos computacionais, como princípios de funcionamento do computador, noções de programação e implicações sociais do computador na sociedade. Entretanto, a maior parte dos cursos oferecidos nessa modalidade podem ser caracterizados como de "conscientização do estudante para a informática", ao invés de ensiná-lo a programar. Assim, os propósitos são vagos e não determinam o grau de profundidade do conhecimento que o aluno deve ter — até quanto o aluno deve conhecer sobre computadores e técnicas de programação. Isto tem contribuído para

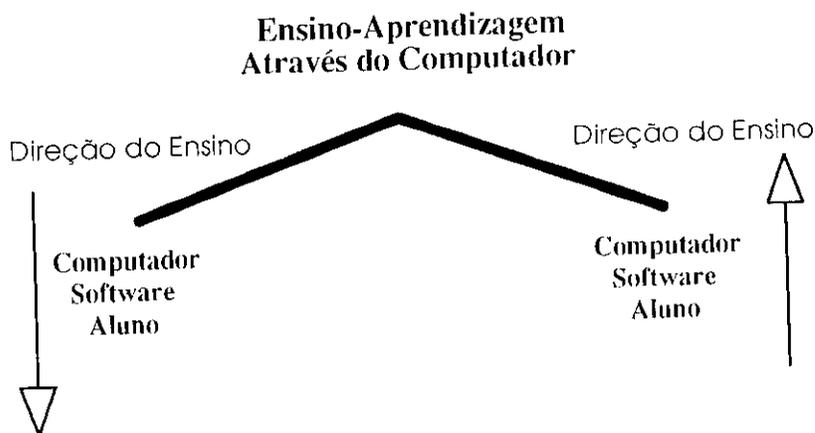
---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

tornar esta modalidade de utilização do computador extremamente nebulosa e facilitado a sua utilização como chamarisco mercadológico. E como tal, as escolas oferecem cursos de computação onde os alunos, trabalhando em duplas, têm acesso ao computador somente uma hora por semana, quando muito.

Certamente esse não é o enfoque da informática educativa e, portanto, não é a maneira como o computador é usado no ambiente de aprendizagem discutido ao longo desse livro.

O ensino pelo computador implica que o aluno, através da máquina, possa adquirir conceitos sobre praticamente qualquer domínio. Entretanto, a abordagem pedagógica de como isso acontece é bastante variada, oscilando entre dois grandes pólos, como mostra a figura abaixo:



Esses pólos são caracterizados pelos mesmos ingredientes: computadores (hardware), o software (o programa de computador que permite a interação homem-computador) e o aluno. Porém, o que estabelece a polaridade é a maneira como esses ingredientes são usados. Num lado, o computador, através do software, ensina o aluno. Enquanto no outro, o aluno, através do software, "ensina" o computador.

Quando o computador ensina o aluno o computador assume o papel de máquina de ensinar e a abordagem educacional é a instrução auxiliada por computador. Essa abordagem tem suas raízes nos métodos

de instrução programada tradicionais porém, ao invés do papel ou do livro, é usado o computador. Os software que implementam essa abordagem podem ser divididos em duas categorias: tutoriais e exercício-e-prática ("drill-and-practice"). Um outro tipo de software que ensina é dos jogos educacionais e a simulação. Nesse caso, a pedagogia utilizada é a exploração autodirigida ao invés da instrução explícita e direta.

No outro pólo, para o aprendiz "ensinar" o computador o software é uma linguagem computacional tipo BASIC, Logo, Pascal ou, uma linguagem para criação de banco de dados do tipo DBase; ou mesmo, um processador de texto, que permite ao aprendiz representar suas idéias segundo esses software. Nesse caso o computador pode ser visto como uma ferramenta que permite ao aprendiz resolver problemas ou realizar tarefas como desenhar, escrever, comunicar-se, etc..

O objetivo deste capítulo é apresentar uma breve descrição de cada um dos diferentes tipos de software, suas vantagens e desvantagens, as novas tendências do uso da informática na educação tendo em vista a experiência e os atuais avanços computacionais. Entretanto, antes de passarmos à descrição de cada uma dessas modalidades de uso do computador, é importante mencionar que existem outras maneiras de classificar os software usados na educação. Por exemplo, Taylor (1980) classifica os software educativos em tutor (o software que instrue o aluno), tutorado (software que permite o aluno instruir o computador) e ferramenta (software com o qual o aluno manipula a informação). Assim, o tutor equivale aos programas do polo onde o computador ensina o aluno. Os software do tipo tutorado e ferramenta equivalem aos programas do polo onde o aluno "ensina" o computador. Já outros autores preferem classificar os software educativos de acordo com a maneira como o conhecimento é manipulado: geração de conhecimento, disseminação de conhecimento e gerenciamento da informação (Knezek, Rachlin e Scannell, 1988).

## UM POUCO DE HISTÓRIA

A introdução do computador na educação tem provocado uma verdadeira revolução na nossa concepção de ensino e de aprendizagem. Primeiro, os computadores podem ser usados para ensinar. A quantidade

de programas educacionais e as diferentes modalidades de uso do computador mostram que esta tecnologia pode ser bastante útil no processo de ensino-aprendizado. Segundo, a análise desses programas mostra que, num primeiro momento, eles podem ser caracterizados como simplesmente uma versão computadorizada dos atuais métodos de ensino. A história do desenvolvimento do software educacional mostra que os primeiros programas nesta área são versões computadorizadas do que acontece na sala de aula. Entretanto, isto é um processo normal que acontece com a introdução de qualquer tecnologia na sociedade. Aconteceu com o carro, por exemplo. Inicialmente, o carro foi desenvolvido a partir das carroças, substituindo o cavalo pelo motor a combustão. Hoje, o carro constitui uma indústria própria e as carroças ainda estão por aí. Com a introdução do computador na educação a história não tem sido diferente. Inicialmente, ele tenta imitar a atividade que acontece na sala de aula e a medida que este uso se dissemina outras modalidades de uso do computador vão se desenvolvendo.

O ensino através da informática tem suas raízes no ensino através das máquinas. Esta idéia foi usada por Dr. Sidney Pressey em 1924 que inventou uma máquina para corrigir testes de múltipla escolha. Isso foi posteriormente elaborado por B.F. Skinner que no início de 1950, como professor de Harvard, propôs uma máquina para ensinar usando o conceito de instrução programada.

A instrução programada consiste em dividir o material a ser ensinado em pequenos segmentos logicamente encadeados e denominados módulos. Cada fato ou conceito é apresentado em módulos sequenciais. Cada módulo termina com uma questão que o aluno deve responder preenchendo espaços em branco ou escolhendo a resposta certa entre diversas alternativas apresentadas. O estudante deve ler o fato ou conceito e é imediatamente questionado. Se a resposta está correta o aluno pode passar para o próximo módulo. Se a resposta é errada, a resposta certa pode ser fornecida pelo programa ou, o aluno é convidado a rever módulos anteriores ou, ainda, a realizar outros módulos, cujo objetivo é remediar o processo de ensino.

De acordo com a proposta de Skinner, a instrução programada era apresentada na forma impressa e foi muito usada durante o final de 1950 e início dos anos 60. Entretanto, esta idéia nunca se tornou muito popular pelo fato de ser muito difícil a produção do material instrucional e os

materiais existentes não possuem nenhuma padronização, dificultando a sua disseminação. Com o advento do computador, notou-se que os módulos do material instrucional poderiam ser apresentados pelo computador com grande flexibilidade. Assim, durante o início dos anos 60 diversos programas de instrução programada foram implementados no computador — nascia a instrução auxiliada por computador ou "computer-aided instruction", também conhecida como CAI. Na versão brasileira estes programas são conhecidos como PEC (Programas Educacionais por Computador).

Durante os anos 60 houve um investimento muito grande por parte do governo americano na produção de CAI. Diversas empresas de computadores como IBM, RCA e Digital investiram na produção de CAI para serem comercializados. A idéia era revolucionar a educação. Entretanto, os computadores ainda eram muito caros para serem adquiridos pelas escolas. Somente as universidades poderiam elaborar e disseminar este recurso educacional. Assim, em 1963 a Universidade de Stanford na Califórnia, através do Institute for Mathematical Studies in the Social Sciences, desenvolveu diversos cursos como matemática e leitura para alunos do 1º grau (Suppes, 1972). Posteriormente, diversos cursos da Universidade de Stanford foram ministrados através do computador. O professor Patrick Suppes desta Universidade se apresentava como o professor que ministrava mais cursos e que tinha o maior número de estudantes do que qualquer outro professor universitário nos Estados Unidos da América. Todos os seus cursos eram do tipo CAI (Suppes, Smith e Bear, 1975).

No início de 1970 a Control Data Corporation, uma fábrica de computadores, e a Universidade de Illinois desenvolveram o PLATO. Este sistema foi implementado em um computador de grande porte usando terminais sensitivos a toque e vídeo com alta capacidade gráfica. Na sua última versão, o PLATO IV dispunha de 950 terminais, localizados em 140 locais diferentes e com cerca de 8.000 horas de material instrucional, produzido por cerca de 3.000 autores (Alpert, 1975). É sem dúvida o CAI mais conhecido e o mais bem sucedido.

A disseminação do CAI nas escolas somente aconteceu com os microcomputadores. Isto permitiu uma enorme produção de cursos e uma diversificação de tipos de CAI, como tutoriais, programas de demonstração, exercício-e-prática, avaliação do aprendizado, jogos

educacionais e simulação. Além da diversidade de CAIs a idéia de ensino pelo computador permitiu a elaboração de outras abordagens, onde o computador é usado como ferramenta no auxílio de resolução de problemas, na produção de textos, manipulação de banco de dados e controle de processos em tempo real. De acordo com estudos feitos pelo "The Educational Products Information Exchange (EPIE) Institute" uma organização do "Teachers College", Columbia, E.U.A., foram identificados em 1983 mais de 7.000 pacotes de software educacionais no mercado, sendo que 125 eram adicionados a cada mês. Eles cobriam principalmente as áreas de matemática, ciências, leitura, artes e estudos sociais. Dos 7.325 programas educacionais mencionados no relatório da Office of Technology Assesment (OTA) 66% são do tipo exercício-e-prática, 33% são tutoriais, 19% são jogos, 9% são simulações e 11% são do tipo ferramenta educacional (um programa pode usar mais do que uma abordagem educacional). É bom lembrar que essa produção maciça de software aconteceu durante somente três anos após a comercialização dos microcomputadores. Hoje é praticamente impossível identificar o número de software educacionais produzidos e comercializados.

Entretanto, as novas modalidades de uso do computador na educação apontam para uma nova direção: o uso desta tecnologia não como "máquina de ensinar" mas, como uma nova mídia educacional: o computador passa a ser uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de possível mudança na qualidade do ensino. Isto tem acontecido pela própria mudança na nossa condição de vida e pelo fato de a natureza do conhecimento ter mudado. Hoje, nós vivemos num mundo dominado pela informação e por processos que ocorrem de maneira muito rápida e imperceptível. Os fatos e alguns processos específicos que a escola ensina rapidamente se tornam obsoletos e inúteis. Portanto, ao invés de memorizar informação, os estudantes devem ser ensinados a buscar e a usar a informação. Estas mudanças podem ser introduzidas com a presença do computador que deve propiciar as condições para os estudantes exercitarem a capacidade de procurar e selecionar informação, resolver problemas e aprender independentemente.

A mudança da função do computador como meio educacional acontece juntamente com um questionamento da função da escola e do papel do professor. A verdadeira função do aparato educacional não deve ser a de ensinar mas sim a de criar condições de aprendizagem. Isto

significa que o professor deve deixar de ser o repassador do conhecimento — o computador pode fazer isto e o faz muito mais eficientemente do que o professor — e passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno. As novas tendências de uso do computador na educação mostram que ele pode ser um importante aliado neste processo que estamos começando a entender.

Entretanto, é importante lembrar que estas diferentes modalidades de uso do computador na educação vão continuar coexistindo. Não se trata de uma substituir a outra, como não aconteceu com a introdução de outras tantas tecnologias na nossa sociedade. O importante é compreender que cada uma destas modalidades apresenta características próprias, vantagens e desvantagens. Estas características devem ser explicitadas e discutidas de modo que as diferentes modalidades possam ser usadas nas situações de ensino-aprendizado que mais se adequam. Além disto, a diversidade de modalidades, propiciará um maior número de opções e estas opções certamente atenderão um maior número de usuários. Hoje, o que dispomos nas escolas é um determinado método sendo priorizado e generalizado para todos os aprendizes. Alguns alunos se adaptam muito bem ao método em uso e acabam vencendo. Outros, não sobrevivem ao massacre e acabam abandonando a escola. São estes que poderão beneficiar-se destas novas concepções de ensino e de aprendizagem.

## **O COMPUTADOR COMO MÁQUINA DE ENSINAR**

Esta modalidade pode ser caracterizada como uma versão computadorizada dos métodos tradicionais de ensino. As categorias mais comuns desta modalidade são os tutoriais, exercício-e-prática ("drill-and-practice"), jogos e simulação.

### **Programas tutoriais**

Os programas tutoriais constituem uma versão computacional da instrução programada. A vantagem dos tutoriais é o fato de o computador poder apresentar o material com outras características que

não são permitidas no papel como: animação, som e a manutenção do controle da performance do aprendiz, facilitando o processo de administração das lições e possíveis programas de remediação. Além destas vantagens, os programas tutoriais são bastante usados pelo fato de permitirem a introdução do computador na escola sem provocar muita mudança — é a versão computadorizada do que já acontece na sala de aula. O professor necessita de pouquíssimo treino para o seu uso, o aluno já sabe qual é o seu papel como aprendiz, e os programas são conhecidos pela sua paciência infinita. Por outro lado, o desenvolvimento de um bom tutorial é extremamente caro e difícil. As indústrias de software educativo preferem gastar no aspecto de entretenimento — gráficos e som conquistadores — ao invés de gastar no aspecto pedagógico ou no teste e na qualidade do programa.

A tendência dos bons programas tutoriais é utilizar técnicas de Inteligência Artificial para analisar padrões de erro, avaliar o estilo e a capacidade de aprendizagem do aluno e oferecer instrução especial sobre o conceito que o aluno está apresentando dificuldade. O exemplo de um programa com estas características é o SOPHIE (SOPHisticated Instructional Environment), programa para auxiliar a detecção de problemas num circuito elétrico. Ele identifica o estilo de resolução de problemas do usuário, identifica dificuldades conceituais que o usuário apresenta e, através de instrução detalhada, levando o aluno a assimilar estes conceitos (Wenger, 1987).

Basicamente, existem dois tipos de problemas com os sistemas tutoriais inteligentes. Primeiro, a intervenção do sistema no processo de aprendizagem é muito superficial. Ainda é muito difícil implementar na máquina um "bom professor". Segundo, o tamanho dos programas e recursos computacionais que eles requerem é muito grande e os computadores pessoais não são ainda tão poderosos para permitirem que estes programas cheguem até às escolas.

A falta de recursos computacionais e de equipes multidisciplinares que permitem a produção de bons tutoriais tem feito com que grande parte dos programas que se encontram no mercado sejam de má qualidade. O EPIE verificou que cerca de 80% dos 163 programas mais utilizados não passaram pela fase de teste em campo. A maioria dos programas disponíveis é desprovida de técnicas pedagógicas, não requer nenhuma ação por parte do aprendiz a não ser ler um texto e

responder uma pergunta de múltipla escolha, perpetuando um método de ensino que já é péssimo só, que agora numa versão computacional.

## **Programas de exercício-e-prática**

Tipicamente os programas de exercício-e-prática são utilizados para revisar material visto em classe principalmente, material que envolve memorização e repetição, como aritmética e vocabulário. Segundo um estudo feito pelo EPIE cerca de 49% do software educativo no mercado americano são do tipo exercício-e-prática. Estes programas requerem a resposta frequente do aluno, propiciam feedback imediato, exploram as características gráficas e sonoras do computador e, geralmente, são apresentados na forma de jogos. Por exemplo, "Alien Intruder" é um programa para a criança das primeiras séries do 1º grau que exige a resolução de problemas de aritmética o mais rápido possível para eliminar um "alien" que compete com o usuário.

As estatísticas de uso dos programas de exercício-e-prática nas escolas dos Estados Unidos da América indicam que cerca de 40% do tempo que a criança, das primeiras séries do 1º grau, passa no computador é consumido em programas do tipo exercício-e-prática.

A vantagem deste tipo de programa é o fato do professor dispor de uma infinidade de exercícios que o aprendiz pode resolver de acordo com o seu grau de conhecimento e interesse. Se o software, além de apresentar o exercício, coletar as respostas de modo a verificar a performance do aprendiz, então o professor terá à sua disposição um dado importante sobre como o material visto em classe está sendo absorvido. Entretanto, para alguns professores, este dado não é suficiente. Mesmo por que é muito difícil para o software detectar o por que o aluno acertou ou errou. A avaliação de como o assunto está sendo assimilado exige um conhecimento muito mais amplo do que o número de acertos e erros dos aprendizes. Portanto, a idéia de que os programas de exercício-e-prática aliviam a tediosa tarefa dos professores corrigirem os testes ou as avaliações não é totalmente verdadeira. Eles eliminam a parte mecânica da avaliação. Entretanto, ter uma visão clara do que está acontecendo com o processo de assimilação dos assuntos vistos em classe, exige uma visão mais profunda da performance dos alunos.

## Jogos educacionais

A pedagogia por trás desta abordagem é a de exploração auto-dirigida ao invés da instrução explícita e direta. Os proponentes desta filosofia de ensino defendem a idéia de que a criança aprende melhor quando ela é livre para descobrir relações por ela mesma, ao invés de ser explicitamente ensinada. Exemplos de software nesta modalidade são os jogos e a simulação. De acordo com o estudo da The Johns Hopkins University (1985) 24% do tempo que as crianças das primeiras séries do 1º grau passam no computador é gasto com jogos.

Os jogos, do ponto de vista da criança, constituem a maneira mais divertida de aprender. Talvez, o melhor exemplo de um jogo educacional no mercado seja o "Rocky's Boots" — uma coleção de 39 jogos desenvolvida para ensinar às crianças (a partir de 9 anos de idade) conceitos de lógica e de circuito de computadores. Usando componentes eletrônicos a criança monta o seu próprio circuito. O fato dele estar certo ou errado é evidenciado pela maneira como o circuito funciona e se ele auxilia a criança a atingir determinados objetivos estabelecidos pelos jogos.

Assim, como o "Rocky's Boots", existem uma grande variedade de jogos educacionais para ensinar conceitos que podem ser difíceis de serem assimilados pelo fato de não existirem aplicações práticas mais imediatas, como o conceito de trigonometria, de probabilidade, etc.. Entretanto, o grande problema com os jogos é que a competição pode desviar a atenção da criança do conceito envolvido no jogo. Além disto, a maioria dos jogos, explora conceitos extremamente triviais e não tem a capacidade de diagnóstico das falhas do jogador. A maneira de contornar estes problemas é fazendo com que o aprendiz, após uma jogada que não deu certo, reflita sobre a causa do erro e tome consciência do erro conceitual envolvido na jogada errada. É desejável e, até possível, que alguém use os jogos dessa maneira. Na prática, o objetivo passa a ser unicamente vencer no jogo e o lado pedagógico fica em segundo plano.

## Simulação

Simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Estes modelos permitem a exploração de situações

fictícias, de situações com risco, como manipulação de substância química ou objetos perigosos; de experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem, como crescimento de plantas; e de situações impossíveis de serem obtidas, como um desastre ecológico. Por exemplo, "Odell Lake" é um programa que permite à criança aprender ecologia dos lagos americanos. O aprendiz é colocado no papel de uma truta que procura alimento evitando predadores e outras fontes de perigo.

A simulação oferece a possibilidade do aluno desenvolver hipóteses, testá-las, analisar resultados e refinar os conceitos. Esta modalidade de uso do computador na educação é muito útil para trabalho em grupo, principalmente os programas que envolvem decisões. Os diferentes grupos podem testar diferentes hipóteses, e assim, ter um contato mais "real" com os conceitos envolvidos no problema em estudo. Portanto, os potenciais educacionais desta modalidade de uso do computador são muito mais ambiciosos do que os dos programas tutoriais. Nos casos onde o programa permite um maior grau de intervenção do aluno no processo sendo simulado (por exemplo, definindo as leis de movimento dos objetos da simulação) o computador passa a ser usado mais como ferramenta do que como máquina de ensinar.

Por outro lado, as boas simulações são bastante complicadas de serem desenvolvidas, requerem grande poder computacional, recursos gráficos e sonoros, de modo a tornar a situação problema o mais perto do real possível. Geralmente, estas características não são exploradas. O que se encontra no mercado em geral é extremamente trivial ou muito simples. Outra dificuldade com a simulação é o seu uso. Por si só ela não cria a melhor situação de aprendizado. A simulação deve ser vista como um complemento de apresentações formais, leituras e discussões em sala de aula. Se estas complementações não forem realizadas não existe garantia de que o aprendizado ocorra e de que o conhecimento possa ser aplicado à vida real. Além disto, pode levar o aprendiz a formar uma visão distorcida a respeito do mundo; por exemplo, ser levado a pensar que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma maneira que nos programas de simulação. Portanto, é necessário criar condições para o aprendiz fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real. Esta transição não ocorre automaticamente e, portanto, deve ser trabalhada.

É importante notar que a descrição dos programas que ensinam apresentada aqui, é bastante didática. Na verdade é impossível encontrar um programa puramente tutorial ou de exercício-e-prática. Além disso, com o desenvolvimento dos recursos computacionais, é possível integrar texto, imagens de vídeo, som, animação e mesmo interligação da informação numa sequência não linear, implementando, assim, o conceito de multimídia ou de hipermídia. Os programas com essas características são extremamente bonitos, agradáveis e muito criativos. Porém, mesmo nesses casos, a abordagem pedagógica usada é o computador ensinando um determinado assunto ao aprendiz. Mesmo com todos esses recursos ainda é o computador que detém o controle do processo de ensino. Entretanto, o computador pode ser um recurso educacional muito mais efetivo do que a "máquina de ensinar". Ele pode ser uma ferramenta para promover aprendizagem.

## **O COMPUTADOR COMO FERRAMENTA**

O computador pode ser usado também como ferramenta educacional. Segundo esta modalidade o computador não é mais o instrumento que ensina o aprendiz, mas a ferramenta com a qual o aluno desenvolve algo, e, portanto, o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa por intermédio do computador. Estas tarefas podem ser a elaboração de textos, usando os processadores de texto; pesquisa de banco de dados já existentes ou criação de um novo banco de dados; resolução de problemas de diversos domínios do conhecimento e representação desta resolução segundo uma linguagem de programação; controle de processos em tempo real, como objetos que se movem no espaço ou experimentos de um laboratório de física ou química; produção de música; comunicação e uso de rede de computadores; e controle administrativo da classe e dos alunos. Em seguida serão apresentados somente alguns exemplos destes diferentes usos.

### **Aplicativos para o uso do aluno e do professor**

Programas de processamento de texto, planilhas, manipulação de banco de dados, construção e transformação de gráficos, sistemas de autoria, calculadores numéricos, são aplicativos extremamente úteis tanto

ao aluno quanto ao professor. Talvez estas ferramentas constituam uma das maiores fontes de mudança do ensino e do processo de manipular informação. As modalidades de software educativos descritas acima podem ser caracterizadas como uma tentativa de computadorizar o ensino tradicional. Mais ou menos o que aconteceu nos primórdios do cinema quando cinema = teatro + câmera. Hoje o cinema tem sua técnica própria. Este mesmo fenômeno está acontecendo com o uso dos computadores na educação. Com a criação destes programas de manipulação da informação estamos vendo nascer uma nova indústria de software educativo que pode causar um grande impacto na maneira como ensinamos e como nos relacionamos com os fatos e com o conhecimento. Exemplo de ferramentas desenvolvidas especialmente com objetivos educacionais são os programas do "Bank Street", sendo o seu processador de texto o mais conhecido; a combinação de Logo e processamento de texto que a "Logo Computer System" colocou no mercado; e alguns "sistemas especialistas" que auxiliam o processo de tomada de decisão, desenvolvidos para computadores de grande porte mas que podem ser adaptados para alguns microcomputadores, como da linha PC.

### **Resolução de problemas através do computador**

O objetivo desta modalidade de uso do computador é propiciar um ambiente de aprendizado baseado na resolução de problemas. O aprendizado baseado na resolução de problemas ou na elaboração de projetos não é nova e já tem sido amplamente explorada através dos meios tradicionais de ensino. O computador adiciona uma nova dimensão — o fato do aprendiz ter que expressar a resolução do problema segundo uma linguagem de programação. Isto possibilita uma série de vantagens. Primeiro, as linguagens de computação são precisas e não ambíguas. Neste sentido, podem ser vistas como uma linguagem matemática. Portanto, quando o aluno representa a resolução do problema segundo um programa de computador ele tem uma descrição formal, precisa, desta resolução. Segundo, este programa pode ser verificado através da sua execução. Com isto o aluno pode verificar suas idéias e conceitos. Se existe algo errado o aluno pode analisar o programa e identificar a origem do erro. Tanto a representação da solução do problema como a sua depuração são muito difíceis de serem conseguidas através dos meios tradicionais de ensino.

As linguagens para representação da solução do problema podem, em princípio, ser qualquer linguagem de computação, como o BASIC, o Pascal, ou o Logo. No entanto, deve ser notado que o objetivo não é ensinar programação de computadores e sim como representar a solução de um problema segundo uma linguagem computacional. O produto final pode ser o mesmo — obtenção de um programa de computador — os meios são diferentes. Assim, como meio de representação, o processo de aquisição da linguagem de computação deve ser a mais transparente e a menos problemática possível. Ela é um veículo para expressão de uma idéia e não o objeto de estudo.

Com essas preocupações em mente é que algumas linguagens de programação foram desenvolvidas, sendo que o Logo é a mais conhecida delas. O Logo, tanto a linguagem como a metodologia Logo de ensino-aprendizado, tem sido amplamente usado com alunos do 1º, 2º, 3º graus e educação especial.

O papel de destaque que o Logo ocupa na educação no Brasil faz com que a próxima seção seja dedicado totalmente à linguagem Logo e a metodologia de uso do Logo. Por hora é importante mencionar que o Logo geralmente é apresentado através da Tartaruga (mecânica ou de tela) que se move no espaço ou na tela como resposta aos comandos que a criança fornece através do computador. Neste ambiente de aprendizagem o aprendiz pode explorar conceitos de diferentes domínios, como matemática, física, etc., resolução de problemas, planejamento e programação. A dificuldade com a utilização de Logo na escola é a preparação do professor, capacidade do computador para processar Logo e o fato de Logo não poder ser utilizado em todas as áreas do conhecimento.

Entretanto, a representação da solução de um problema não precisa ser necessariamente feita por uma linguagem de programação. Hoje existem programas onde a linguagem para representação da solução é bastante específica e voltada para o tipo de problema sendo abordado. É o caso do "Geometric Supposer". Através desse software o usuário pode construir e medir figuras geométricas usando para isso termos como "unir os pontos" de uma figura, "calcular" o ângulo entre duas semi-retas previamente definidas, etc.. O resultado é bastante semelhante ao que o aluno faz com o Logo gráfico, porém no caso do "Supposer" o domínio e a linguagem de comunicação com o programa é mais específica.

## **Produção de música**

A representação de resoluções de problemas no computador pode ser utilizada em diferentes domínios do conhecimento, inclusive na música. Segundo esta abordagem, o aprendizado de conceitos musicais devem ser adquiridos através do "fazer música", ao invés do aprendizado tradicional onde os conceitos musicais são adquiridos através da performance de uma peça musical ou são vistos como pré-requisitos para a performance da peça musical. Neste contexto temos dois agravantes: primeiro, o aprendiz deve adquirir habilidades para manusear um instrumento musical; segundo, deve adquirir os conceitos e a capacidade para a leitura de uma partitura a fim de executar a peça musical. A implicação desta abordagem é que a técnica de manipulação do instrumento passa a ser mais importante do que a produção ou composição musicais. Isto pode ser revertido utilizando o computador. Aprender música através do "fazer música" e usar o computador como uma ferramenta que serve tanto para auxiliar o processo de composição musical quanto para viabilizar a peça musical através de sons. Neste caso, o computador elimina a dificuldade de aquisição de técnicas de manipulação de instrumento musicais e ajuda o aprendiz a focar a atenção no processo de composição musical e na aquisição dos conceitos necessários para atingir este objetivo.

## **Programas de controle de processo**

Os programas de controle de processo oferecem uma ótima oportunidade para a criança entender processos e como controlá-los. Um dos melhores exemplos de programas nesta área é o "TERC Labnet", desenvolvido pela "Technical Education Research Centers". Trata-se de uma coleção de programas que permitem a coleta de dados de experimentos, a análise destes dados, e a representação do fenômeno em diferentes modalidades, como gráfico e sonoro. A vantagem deste tipo de software é eliminar certos aspectos tediosos de descrição de fenômenos. Geralmente, nas situações de laboratório, o aluno deve coletar uma infinidade de dados que devem ser usados para elaborar um gráfico, por exemplo. Acontece que nessas situações é muito comum observar que a elaboração do gráfico passa a ser mais importante do que o uso do gráfico para compreender o fenômeno. O fato de termos o computador monitorando o fenômeno, um dos subprodutos pode ser a coleta de

dados por parte do computador e a representação destes dados em forma gráfica, isto acontecendo a medida que o fenômeno está se realizando. Neste caso, o gráfico é mais um recurso que o aluno dispõe para entender o que está acontecendo, do que uma representação dos fatos do fenômeno.

Outro exemplo de uso do computador no controle de processo é o projeto LEGO-Logo desenvolvido pelo "Media Laboratory do MIT" e que está sendo implantado no NIED-UNICAMP. Utilizando o brinquedo LEGO o aprendiz monta diversos objetos que são controlados através de um programa escrito em Logo.

Este tipo de atividade envolve, primeiro, a capacidade de entender cada componente LEGO e como ele pode ser utilizado como elemento mecânico ou eletrônico de um dispositivo. Segundo, há a necessidade de aprender conceitos específicos sobre o dispositivo sendo construído. Por exemplo, se o aprendiz está construindo um veículo, ele tem a oportunidade de manusear dispositivos que alteram a direção do veículo, engrenagens, eixos e opera com conceitos de velocidade, atrito e deslocamento. Terceiro, exercitar conceitos de controle de processos, uma vez que este veículo deve ser controlado pelo computador e, assim, pode ser inserido num contexto onde existe um semáforo, ou outros veículos, etc.. Em síntese, o ambiente LEGO-Logo fornece ao aprendiz a chance de vivenciar os problemas complexos de um engenheiro com as vantagens de poder manipular objetos concretos ao invés de equações no papel, e de poder depurar suas idéias sem que isto tenha implicações catastróficas do ponto de vista de segurança, de economia - se o veículo não anda é só alterar alguns componentes ou alterar o programa sem ter que modificar a linha de montagem da fábrica.

Os alunos que têm vocação para o "aprendizado através do fazer" são os que mais se beneficiam deste tipo de modalidade de uso do computador na educação. O computador como controlador de processos adiciona outras peculiaridades à atividade que o aluno desenvolve, permitindo que sejam explorados aspectos pedagógicos que são impossíveis de serem trabalhados com o material tradicional, como facilidade de depuração de processos; ou que não são explorados pelo simples fato de o aluno estar envolvido com o produto (como o gráfico) e não com o processo de como os fenômenos acontecem. O computador obriga a explicitação do processo.

## Computador como comunicador

Uma outra função do computador como ferramenta é a de transmitir a informação e, portanto, servir como um comunicador. Assim, os computadores podem ser interligados entre si formando uma rede de computadores. Isto pode ser conseguido através de uma fiação ligando fisicamente os computadores ou via uma interface (modem) que permite a ligação do computador ao telefone possibilitando a utilização da rede telefônica para interligar os computadores. Uma vez os computadores interligados é possível enviar mensagens de um para outro através de software que controla a passagem da informação entre os computadores. Este tipo de arranjo cria um verdadeiro correio eletrônico mais conhecido como "electronic mail" ou "email". Um outro uso das redes de computadores é a consulta a banco de dados, ou mesmo a construção compartilhada de um banco de dados. Um número de pessoas que compartilha de um mesmo interesse pode trocar informações sobre um determinado assunto, criando uma base de dados.

As possibilidades da comunicação via rede de computadores está sendo explorada por diversos grupos, como a "National Geographic" que está desenvolvendo programas educacionais envolvendo alunos de todas as partes do mundo. Esses alunos coletam e disseminam, via rede, dados sobre a água, o tipo de chuva, a fauna, a flora da região em que vivem. Esses dados são acumulados, analisados por especialistas no assunto e novamente compartilhados por todos os alunos envolvidos no estudo. A visão planetária e a sensibilização para os aspectos ecológicos está sendo conseguida pelo fato de o aluno estar participando do processo de fazer ciência e trabalhando com especialistas da área.

Um outro uso do computador como comunicador é o de complementar certas funções do nosso sentido facilitando o processo de acesso ou de fornecimento da informação. Isto é especialmente interessante quando o computador é usado por indivíduos deficientes. Por exemplo, os portadores de deficiência física que não dispõem de coordenação motora suficiente para comandar o teclado do computador podem usá-lo, através de dispositivos especialmente projetados, para captar os movimentos que ainda podem ser reproduzidos, como movimento da cabeça, dos lábios, da pálpebra dos olhos, e com isto permitir que estas pessoas transmitam um sinal para o computador. Este sinal pode ser interpretado por um programa e assumir um significado,

uma informação, que levará o computador a executar algo, como usar um processador de texto, um controlador de objetos etc., até mesmo para "falar".

Os dispositivos para receber ou emitir um sinal para o computador podem ser os mais variados: desde um simples interruptor até um leitor óptico ou de relevo; ou ainda um sintetizador de voz. A combinação destes dispositivos tem permitido que a escrita convencional seja convertida em Braille ou em algo falado, ou que uma mensagem falada seja impressa em Braille. As possibilidades são inúmeras e o limite está praticamente na nossa capacidade de imaginação e criatividade. Com o avanço da tecnologia de computadores é difícil de imaginar alguém que ainda se mantenha incomunicável ou que não se beneficie dos processos educacionais por falta de capacidade de comunicação.

As possibilidades de uso do computador como ferramenta educacional está crescendo e os limites dessa expansão são desconhecidos. Cada dia surgem novas maneiras de usar o computador como um recurso para enriquecer e favorecer o processo de aprendizagem. Isso nos mostra que é possível alterar o paradigma educacional; hoje, centrado no ensino, para algo que seja centrado na aprendizagem. Esse tem sido o enfoque da metodologia Logo.

## **A METODOLOGIA LOGO DE ENSINO-APRENDIZAGEM**

Logo é uma linguagem de programação que foi desenvolvida no Massachusetts Institute of Technology (MIT), Boston E.U.A., pelo Professor Seymour Papert (Papert, 1980). Como linguagem de programação o Logo serve para nos comunicarmos com o computador. Entretanto, ela apresenta características especialmente elaboradas para implementar uma metodologia de ensino baseada no computador (metodologia Logo) e para explorar aspectos do processo de aprendizagem. Assim, o Logo tem duas raízes: uma computacional e a outra pedagógica. Do ponto de vista computacional, as características do Logo que contribuem para que ele seja uma linguagem de programação de fácil assimilação são: exploração de atividades espaciais, fácil terminologia e capacidade de criar novos termos ou procedimentos.

## O aspecto computacional do Logo

A exploração de atividades espaciais tem sido a porta de entrada do Logo. Estas atividades permitem o contato quase que imediato do aprendiz com o computador. Estas atividades espaciais facilitam muito a compreensão da filosofia pedagógica do Logo por parte dos especialistas em computação. Por outro lado, elas fazem com que os aspectos computacionais da linguagem de programação Logo seja acessíveis aos especialistas em educação. Assim, o aspecto espacial será usado neste artigo com a finalidade de apresentarmos a filosofia Logo. Entretanto, é importante lembrar que o Logo, como linguagem de programação, tem outras características mais avançadas, como já foi mencionado.

Os conceitos espaciais são utilizados em atividades para comandar uma Tartaruga que se move no chão (tartaruga de solo) ou na tela do computador em atividades gráficas. Isto se deve ao fato dessas atividades envolverem conceitos espaciais que são adquiridos nos primórdios da nossa infância, quando começamos a engatinhar. Entretanto, estes conceitos permanecem a nível intuitivo. No processo de comandar a Tartaruga para ir de um ponto a outro, estes conceitos devem ser explicitados. Isto fornece as condições para o desenvolvimento de conceitos espaciais, numéricos, geométricos, uma vez que a criança pode exercitá-los, depurá-los, e utilizá-los em diferentes situações.

Os termos da linguagem Logo, ou seja, os comandos do Logo, que a criança usa para comandar a Tartaruga (tanto a de solo como a de tela) são termos que a criança usa no seu dia-a-dia. Por exemplo, para comandar a Tartaruga para se deslocar para frente o comando é **parafrente**. Assim, **parafrente 50** desloca a Tartaruga para frente 50 passos do ponto em que ela estava inicialmente, como mostra a figura 1. Se após esse deslocamento comandarmos a Tartaruga para girar para a direita 90 graus o comando é **paradireita 90**, produzindo o efeito mostrada na figura 2.



figura 1



figura 2

Os comandos que movimentam a Tartaruga podem ser utilizados numa série de atividades que a criança pode realizar. Por exemplo, explorar o tamanho da tela ou realizar uma atividade simples, como o desenho de figuras geométricas.

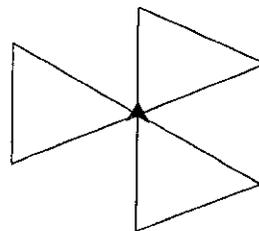
Uma outra característica importante da linguagem Logo é o fato dela ser uma linguagem procedural. Isto significa que é extremamente fácil criar novos termos ou procedimentos em Logo. Assim, para programarmos o computador para fazer um triângulo, a metáfora que usamos com as crianças é a de "ensinar a Tartaruga" a fazer um triângulo. Para tanto, usamos o comando **aprenda** e fornecemos um nome ao conjunto de comandos que produz o triângulo. Este nome pode ser qualquer nome, por exemplo, triângulo, tri, maria, etc.. Assim,

```
aprenda tri
parafrente 50
paradireita 120
parafrente 50
paradireita 120
parafrente 50
fim
```

define o que é um **tri**. Uma vez que esta definição terminada, o computador nos indica que "aprendeu" tri. Agora, se digitarmos **tri**, o computador produz o triângulo. E assim, podemos usar o comando **tri** como um outro comando do Logo.

```
aprenda flor  
repita 3 [ tri ]  
fim
```

Produz um catavento ou uma flor



**Figura 3**

A medida que a criança explora os comandos do Logo ela começa a ter idéias de projetos para serem desenvolvidos na tela. Ela pode propor fazer o desenho de uma casa, de um vaso, etc.. Neste instante a metodologia Logo de ensino-aprendizagem começa a se materializar.

Além dos comandos de manipulação da Tartaruga, a linguagem Logo dispõe também de comandos que permitem a manipulação de palavras e listas (um conjunto de palavras). Com estes comandos é possível "ensinar" a Tartaruga a produzir uma frase da Língua Portuguesa, usar os conceitos de concordância verbal, criar poemas e, mesmo, integrar a parte gráfica com a manipulação de palavras para produzir estórias onde os personagens são animados, um verdadeiro teatro, com as narrativas, cenários, etc. ou, ainda, explorar conceitos de Ciências, Física, Química e Biologia (Valente e Valente, 1988).

Os domínios de aplicação do Logo estão em permanente desenvolvimento, como o objetivo de atrair um maior número de usuários e motivar os alunos a usarem o computador para elaborarem as mais diferentes atividades. Entretanto, o objetivo não deve ser centrado no produto que o aluno desenvolve, mas na filosofia de uso do computador e como ele está facilitando a assimilação de conceitos que permeiam as diversas atividades. Portanto, é o processo de ensino-aprendizagem que é o cerne do Logo e é este que deve ser discutido e explicitado.

### **O aspecto pedagógico do Logo**

O aspecto pedagógico do Logo está fundamentado no construtivismo piagetiano. Piaget mostrou que, desde os primeiros anos de vida, a criança já tem mecanismos de aprendizagem que ela

desenvolve sem ter frequentado a escola. A criança aprende diversos conceitos matemáticos por exemplo: a idéia de que em um copo alto e estreito pode ser colocado a mesma quantidade de líquido que existe em um copo mais gordo e mais baixo. Essa idéia ela aprende utilizando copos de diferentes tamanhos. E com isso ela desenvolve o conceito de volume sem ser explicitamente ensinada.

Assim, Piaget conclui que a criança desenvolve a sua capacidade intelectual interagindo com objetos do ambiente onde ela vive e utilizando o seu mecanismo de aprendizagem. Isto acontece sem que a criança seja explicitamente ensinada. É claro que outros conceitos também podem ser adquiridos através do mesmo processo.

É justamente este aspecto do processo de aprendizagem que o Logo pretende resgatar: um ambiente de aprendizado onde o conhecimento não é passado para a criança, mas onde a criança interagindo com os objetos desse ambiente, possa desenvolver outros conceitos, por exemplo, conceitos geométricos. Assim, do ponto de vista pedagógico existem diversos aspectos na metodologia Logo que devem ser enfatizados. Primeiro, o controle do processo de aprendizagem, está nas mãos do aprendiz e não nas mãos do professor. Isto por que a criança tem a chance de explorar o objeto "computador" da sua maneira e não de uma maneira já pré-estabelecida pelo professor. É a criança que propõe os problemas ou projetos a serem desenvolvidos através do Logo. Estes, são projetos que a criança está interessada em resolver. É claro que o professor tem um papel importante a desempenhar. Por exemplo, propor mudanças no projeto para ajustá-lo ao nível da criança, fornecer novas informações, explorar e elaborar os conteúdos embutidos nas atividades, etc.. E tudo isso sem destruir o interesse e a motivação do aprendiz. Segundo, propicia à criança a chance de aprender fazendo, ou seja, "ensinando a Tartaruga" a resolver um problema. O fato de o aprendiz ter que expressar a resolução do problema segundo a linguagem de programação, faz com que o programa seja uma descrição formal e precisa desta resolução; esse programa pode ser verificado através da sua execução; o resultado da execução permite ao aluno comparar as suas idéias originais com o produto do programa e assim, ele pode analisar suas idéias e os conceitos aplicados; finalmente, se existe algo errado, o aluno pode depurar o programa e identificar a origem do erro.

A situação de erro mais interessante do ponto de vista do aprendiz é o erro conceitual. O programa que a criança define pode ser visto como uma descrição do seu processo de pensamento. Isto significa que existe uma proposta de solução do problema a nível de idéia e uma descrição desta idéia a nível de programa. Isto permite a comparação da intenção com a atual implementação da resolução do problema no computador. Se o programa não produz o esperado significa que ele está conceitualmente errado. A análise do erro e sua correção constitui uma grande oportunidade para a criança entender o conceito envolvido na resolução do problema em questão. Portanto, com o Logo, o erro deixa de ser uma arma de punição e passa a ser uma situação que nos leva a entender melhor nossas ações e conceitualizações. É assim que a criança aprende uma série de conceitos antes de entrar na escola. Ela é livre para explorar e os erros são usados para depurar os conceitos e não para se tornarem a arma do professor.

A atividade Logo, portanto, torna explícito o processo de aprender de modo que é possível refletir sobre o mesmo a fim de compreendê-lo e depurá-lo. Tanto a representação da solução do problema quanto a sua depuração são muito difíceis de serem conseguidas através dos meios tradicionais de ensino e, portanto, estão omitidos do processo de ensino. Assim, o uso do Logo pode resgatar a aprendizagem construtivista e tentar provocar uma mudança profunda na abordagem do trabalho nas escolas. Uma mudança que coloca a ênfase na aprendizagem ao invés de colocar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução, como será mostrado no próximo capítulo.

A metodologia Logo de ensino-aprendizagem tem sido utilizada numa ampla gama de atividades em diferentes áreas do conhecimento e com diferentes populações de crianças. Assim, temos utilizado Logo com crianças que não conhecem letras, palavras, ou números, e portanto, a atividade Logo passa a fazer parte do processo de alfabetização. Temos mostrado que é possível utilizar Logo para implementar jogos e desenvolver atividades na área de Matemática, Física, Biologia e Português do 1º e 2º graus (Valente e Valente, 1988). Essa metodologia tem sido usada na educação especial, com crianças deficientes físicas, crianças deficientes auditivas, crianças deficientes visuais e crianças deficientes mentais (Valente, 1991).

Os computadores estão propiciando uma verdadeira revolução no processo de ensino-aprendizagem. Uma razão mais óbvia advém dos diferentes tipos de abordagens de ensino que podem ser realizados através do computador, devido aos inúmeros programas desenvolvidos para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem. Entretanto, a maior contribuição do computador como meio educacional advém do fato do seu uso ter provocado o questionamento dos métodos e processos de ensino utilizados.

Quando o computador, através de um tutorial, possibilita a passagem de informação nos mesmos moldes que um professor realiza em sala de aula, este professor pode se tornar totalmente substituível. Claro que isto não aconteceu. Primeiro, por que o questionamento do papel do professor possibilitou entender que ele pode exercer outras funções além de repassador do conhecimento, como facilitador do aprendizado, algo que os computadores ainda não podem fazer. Segundo, o repasse do conhecimento, como acontece hoje na sala de aula, não acontece de maneira semelhante e constante para todos os alunos. Esta flexibilidade ainda não é norma dos sistemas de ensino baseados no computador. Por mais sofisticado que ele seja, — por mais conhecimento sobre um determinado domínio que ele possua, por melhor que ele seja capaz de modelar a capacidade do aprendiz — o computador ainda não é capaz de adequar a sua atuação de maneira que a intervenção no processo de ensino-aprendizagem seja totalmente individualizada. Terceiro, os recursos áudio-visuais e a perfeição metodológica com que o conhecimento pode ser repassado pelo computador, não garantem que esta metodologia de ensino seja a maneira mais eficiente para promover aprendizagem. Alguns aprendizes se adaptam a estas abordagens, enquanto outros preferem o aprendizado através da descoberta e do "fazer". Portanto, é necessário levar em conta o estilo de aprendizado de cada aprendiz e não simplesmente generalizar o método de ensino usado.

Estes argumentos têm sido usados para fortalecer o uso do computador como ferramenta ao invés de "máquina de ensinar". Como ferramenta ele pode ser adaptado aos diferentes estilos de aprendizado, aos diferentes níveis de capacidade e interesse intelectual, às diferentes situações de ensino-aprendizagem, inclusive dando margem à criação de novas abordagens. Entretanto, o uso do computador como ferramenta é a que provoca maiores e mais profundas mudanças no processo de ensino vigente, como a flexibilidade dos pré-requisitos e do currículo, a

transferência do controle do processo de ensino do professor para o aprendiz e a relevância dos estilos de aprendizado ao invés da generalização dos métodos de ensino. Estas questões só podem ser contornadas a medida que o uso do computador se dissemine e coloque em xeque os atuais processos de ensino. Talvez esta esteja sendo a maior contribuição do computador na educação.

Um outro argumento a favor das ferramentas é o custo de produção de programas do tipo CAI. Estes programas, em geral, são bastante complicados para serem desenvolvidos. Requerem uma equipe muito boa de pedagogos, de bons programadores e pessoas de arte capazes de dar um acabamento estético necessário ao software. Esta equipe, muitas vezes, deve trabalhar meses e até anos para desenvolver um bom software. Isto tudo, para cobrir um tópico muito específico do currículo. Portanto, um software que leva meses ou anos para ser produzido, é consumido em minutos ou horas de uso.

A viabilização de um projeto de desenvolvimento de software educacional somente faz sentido se houver um mercado muito grande. Por exemplo, nos Estados Unidos da América, o consumo destes programas é muito grande. Daí a produção e a enorme diversidade destes programas, que são produzidos pelas principais editoras de livro texto. Estas editoras perceberam que ao invés do livro didático convencional, o livro texto do futuro pode ser um disquete onde estão armazenados os programas que ensinam. Claro que interessa a eles que as coisas na educação não mudem muito. Passar do livro texto para o disquete não implica em mudança nenhuma — não muda a escola, não muda a mentalidade de quem produz o material didático para a escola, e não muda a mentalidade de quem os usa: professor e aluno. Se a indústria de produção destes programas conseguir criar demanda e manter a diversidade de programas, ela continuará existindo como subsistiu produzindo livros.

Entretanto, numa sociedade mais pobre, onde não existe nem a produção de livro texto, a produção de software educacional é ainda mais cara. Os profissionais da área são em número menor, dificultando e encarecendo a manutenção da equipe. O software produzido é compartilhado por um pequeno número de usuários. As escolas particulares que enveredaram pela utilização e produção de software montaram uma verdadeira "software house", sendo que o produto serve

somente àquela escola e não é comercializado no mercado. Portanto, o custo desta solução é muito alto. Já, uma solução mais barata, como a cópia e adaptação de programas já existentes, nem sempre é a mais interessante pelo fato de os programas educacionais serem muito específicos a uma cultura ou a um sistema educacional para o qual ele foi desenvolvido.

Estas dificuldades de ordem econômica das sociedades de menor consumo tem contribuído para que a introdução de computadores na educação seja feita através do uso de ferramentas. A ferramenta é comprada uma única vez. Seu uso é mais extenso e atende a uma ampla gama de domínios do conhecimento, de disciplinas, de diversidade de interesse e de capacidade dos alunos. Assim, a implantação do computador via ferramenta é mais viável e é o que está acontecendo nos países com menos recursos financeiros. Por exemplo, é mais comum encontrarmos uma escola usando o Logo no Brasil, do que o CAI. Na Costa Rica, a solução adotada para implantar o computador na educação a nível nacional, foi através de ferramenta do tipo aplicativos e Logo.

Portanto, a existência de diferentes modalidades de uso do computador na educação tem o objetivo de atender diferentes interesses educacionais e econômicos. A coexistência destas modalidades é salutar e a decisão por uma outra modalidade deve levar em consideração a diversidade de variáveis que atuam no processo de ensino-aprendizagem. Se isto for feito, o computador poderá ser um importante aliado desse processo. Caso contrário, não devemos esperar muito dessa tecnologia, pois ela ainda não é capaz de fazer milagres.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alpert, D. (1975) The PLATO IV System in Use: a Progress Report. Em O. Lecarme e R. Lewis (editores) *Computers in Education*, North-Holland, Amsterdam.
- Center for Research on Elementary and Middle Schools, (1985), The Johns Hopkins University, Baltimore, Maryland.
- Educational Products Information Exchange (EPIE) Institute, Teachers College, Columbia University, New York, New York.

- Knezek, G.A., Rachlin, S.L. e Scannell, P. (1988) A Taxonomy for Educational Computing. *Educational Technology*, March, 28 (4).
- Office of Technology Assessment (OTA), (1988) *Power On! New Tools for Teaching and Learning*, Congress of the United States, Washington, District of Columbia (DC).
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York. Traduzido para o Português em 1985, como *Logo: Computadores e Educação*, Editora Brasiliense, São Paulo.
- Suppes, P. (1972) Computer-Assisted Instruction at Stanford. Em *Man and Computer*, Proceedings of International Conference, Bordeaux 1970. pp. 298-330. Karger, Basel.
- Suppes, P., R. Smith, e M. Bear (1975) University-Level Computer-Assisted Instruction at Stanford: 1975. *Technical Report n° 265*, Institute for Mathematical Studies in Social Sciences, Stanford University, California.
- Taylor, R.P. ed. (1980) *The Computer in the School: Tutor, Tool, Tutee*. Teachers College Press, New York.
- Valente, J.A. org. (1991) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- Valente, J.A e Valente, A.B. (1988) *Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos*. Editora McGraw-Hill, São Paulo.
- Wenger, E. (1987) *Artificial Intelligence and Tutoring System: Computational and Cognitive Approaches to the Communication of Knowledge*. Morgan Kaufmann Publishers, California.



## CAPÍTULO 2

### POR QUÊ O COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO?

José Armando Valente\*

#### INTRODUÇÃO

Foi dito no capítulo anterior que o computador está propiciando uma verdadeira revolução no processo de ensino-aprendizagem. Uma das razões dessa revolução é o fato de ele ser capaz de ensinar. Entretanto, o que transparece, é que a entrada dos computadores na educação tem criado mais controvérsias e confusões do que auxiliado a resolução dos problemas da educação. Por exemplo, o advento do computador na educação provocou o questionamento dos métodos e da prática educacional. Também provocou insegurança em alguns professores menos informados que receiam e refutam o uso do computador na sala de aula. Entre outras coisas, esses professores pensam que serão substituídos pela máquina. Além disso, o custo financeiro para implantar e manter laboratórios de computadores exige que os administradores adicionem alguma verba ao já minguado orçamento da escola. Finalmente, os pais exigem o uso do computador na escola, já que seus filhos, os futuros membros da sociedade do século 21, devem estar familiarizados com essa tecnologia.

Tendo em mente esse panorama, talvez um pouco exagerado mas, não impossível, as perguntas mais comuns e naturais que se faz são: que benefícios serão conseguidos com a introdução do computador na educação? ou, por quê usar o computador na educação? Existe realmente algum benefício auferido ou é uma questão de modismo?

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

A posição defendida nesse capítulo é a de que o computador pode provocar uma mudança de paradigma pedagógico. Como foi discutido no capítulo anterior, existem diferentes maneiras de usar o computador na educação. Uma maneira é informatizando os métodos tradicionais de instrução. Do ponto de vista pedagógico, esse seria o paradigma instrucionista. No entanto, o computador pode enriquecer ambientes de aprendizagem onde o aluno, interagindo com os objetos desse ambiente, tem chance de construir o seu conhecimento. Nesse caso, o conhecimento não é passado para o aluno. O aluno não é mais instruído, ensinado, mas é o construtor do seu próprio conhecimento. Esse é o paradigma construcionista onde a ênfase está na aprendizagem ao invés de estar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução.

Entretanto, a questão ainda é: como e por quê o computador pode provocar a mudança do instrucionismo para o construcionismo? Será que o computador não está sendo usado como uma grande panacéia educacional, como tantas outras soluções já adotadas? E tudo não continuou exatamente como era? Quantas vezes essa mudança pedagógica já não foi proposta?

## **AS VISÕES CÉTICAS E OTIMISTAS DA INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO**

A introdução de uma nova tecnologia na sociedade provoca, naturalmente, uma das três posições: ceticismo, indiferença ou otimismo. A posição dos indiferentes é realmente de desinteresse ou apatia: eles aguardam a tendência que o curso da tecnologia pode tomar e aí, então, se definem. Já, as visões cética e otimista, são mais interessantes para serem discutidas. Elas nos permitem assumir uma posição mais crítica com relação aos novos avanços tecnológicos. São essas duas visões que serão discutidas a seguir.

### **A visão cética**

Os argumentos dos céticos assumem diversas formas. Um argumento bastante comum é a pobreza do nosso sistema educacional: a

escola não tem carteiras, não tem giz, não tem merenda e o professor ganha uma miséria. Nessa pobreza, como falar em computador?

De fato a escola e o sistema educacional não têm recebido a atenção que merecem, não têm recebido recursos financeiros e se encontram paupérrimos. No entanto, melhorar somente os aspectos físicos da escola não garante uma melhora no aspecto educacional. Valorizar o salário do professor certamente contribui para uma melhora do aspecto educacional, como já foi demonstrado com estudos realizados pela Câmara do Comércio Brasil-Estados Unidos (1993). Entretanto, essa valorização salarial deve ser acompanhada de uma valorização da educação como um todo. Isso significa que a escola deve dispor de todos os recursos existentes na sociedade. Caso contrário a escola continuará obsoleta: a criança vive em um mundo que se prepara para o século 21 e frequenta uma escola do século 18 (isso tanto a nível de instalações físicas como de abordagem pedagógica). Segundo, a valorização salarial não significa, necessariamente, que haverá uma mudança de paradigma pedagógico. Hoje, as mudanças do sistema de produção e dos serviços, as mudanças tecnológicas e sociais exigem um sujeito que saiba pensar, que seja crítico e que seja capaz de se adaptar às mudanças da sociedade. Como está descrito no capítulo 14 desse livro, essas mudanças já estão ocorrendo no sistema de produção e é um processo irreversível. Por isso, o aluno não pode mais ser visto como um depósito que deve estocar os conteúdos transmitidos pelo professor. A informação que está sendo transmitida certamente é obsoleta e essa postura passiva que é imposta ao aluno não o prepara para viver nem na sociedade atual, quanto mais na sociedade do século 21. Portanto, a melhoria do aspecto físico da escola e do salário do professor deve ser acompanhada de uma mudança pedagógica.

Um outro argumento utilizado contra o uso do computador na educação é a desumanização que essa máquina pode provocar na educação. Esse argumento tem diversas vertentes. Uma delas é a possibilidade do professor ser substituído pelo computador. Com isso se eliminaria o contato do aluno com o professor e, portanto, o lado humano da educação. Esse receio é mais evidente quando se adota o paradigma instrucionista. Nesse caso, tanto o professor quanto o computador podem exercer a função de transmissores de fatos. Dependendo do professor, o computador pode facilmente ser mais vantajoso. Assim, se o professor se colocar na posição de somente passar informação para o aluno, ele

certamente corre o risco de ser substituído. E será. Existem aí vantagens econômicas que forçarão essa substituição.

Uma outra vertente desse argumento é o fato de a criança ter contato com uma máquina racional, fria, e, portanto, desumana, propiciando com isso a formação de indivíduos desumanos e robóticos. Os aficionados dos vídeo-jogos colaboram para que essa visão seja cada vez mais disseminada. No entanto, o que acontece hoje com o computador ou mesmo com o vídeo-jogo pode acontecer com outros artefatos como televisão, música, etc. Nesse caso, o problema em si não está no artefato, mas no estilo de vida e na personalidade do usuário desses artefatos. Segundo, o computador na educação não significa que o aluno vá usá-lo 10 ou 12 horas por dia. Nas melhores condições ele usará o computador uma hora por dia. Pensar que esse nível de exposição a algo considerado racional e frio, produzirá um ser robótico e desumano é subestimar a capacidade do ser humano. É atribuir ao ser humano a função de mero imitador da realidade que o cerca.

Outros argumentos usados pelos céticos estão relacionados à dificuldade de adaptação da administração escolar, dos professores e dos pais à uma abordagem educacional que eles mesmo não vivenciaram. Esse, certamente, é o maior desafio para a introdução do computador na educação. Isso implica numa mudança de postura dos membros do sistema educacional e na formação dos administradores e professores. Essas mudanças são causadoras de fobias, incertezas e, portanto, de rejeição do desconhecido. Vencer essas barreiras certamente não será fácil porém, se isso acontecer, teremos benefícios tanto de ordem pessoal quanto de qualidade do trabalho educacional. Caso contrário, a escola continuará no século 18.

### **A visão otimista**

Os entusiastas do uso do computador na educação apresentam outros argumentos. Esses argumentos nem sempre são tão convincentes. O otimismo é gerado por razões pouco fundamentadas, correndo o risco de provocar uma grande frustração, como já ocorreu com tantas outras soluções que foram propostas para a educação. Sem entrar nos detalhes de cada um dos argumentos, os mais comuns podem ser classificados como:

- Modismo: outros países (estados ou cidades) ou outras escolas dispõem do computador na educação, portanto, nós também devemos adotar essa solução. Esse tipo de argumento é muito superficial e já foi causa de muitos erros implantados no sistema educacional. Certamente, as experiências existentes devem ser utilizadas, porém com muito senso crítico e não devem ser meramente copiadas.

- O computador fará parte da nossa vida, portanto a escola deve nos preparar para lidarmos com essa tecnologia. Esse tipo de argumento tem provocado que muitas escolas introduzam o computador como disciplina curricular. Com isso o aluno adquire noções de computação: o que é um computador, como funciona, para que serve, etc. No entanto, esse argumento é falacioso. Primeiro, computador na educação não significa aprender sobre computadores, mas sim através de computadores. Segundo, existem muitos artefatos que fazem parte da nossa vida cuja habilidade de manuseio não foi adquirida na escola, por exemplo, o telefone, o rádio, a televisão. Somos capazes de manuseá-los muito bem e essa habilidade não foi adquirida na escola através de cursos sobre esses equipamentos. Por que o computador merece esse destaque dentre as tecnologias, a ponto de ser considerado objeto de estudo na escola? Se ele fará parte da nossa vida, como já ocorre, ele será simples, descomplicado, de modo que o usaremos sem saber que estamos usando um computador. Como ocorre com o telefone: usamos sem saber princípios de telefonia ou como funciona o telefone. O interesse em estudar esses objetos tecnológicos na escola deve ir além do simples fato de eles permearem a nossa vida.

- O computador é um meio didático: assim como temos o retroprojeter, o vídeo, etc, devemos ter o computador. Nesse caso o computador é utilizado para demonstrar um fenômeno ou um conceito, antes do fenômeno ou conceito ser passado ao aluno. De fato, certas características do computador como capacidade de animação, facilidade de simular fenômenos, contribuem para que ele seja facilmente usado na condição de meio didático. No entanto, isso pode ser caracterizado como uma sub-utilização do computador se pensarmos nos recursos que ele oferece como ferramenta de aprendizagem.

- Motivar e despertar a curiosidade do aluno. A escola do século 18 não consegue competir com a realidade do início do século 21 em que o aluno vive. É necessário tornar essa escola mais motivadora e

interessante. Entretanto, esse tipo de argumento é preocupante e revela o descompasso pedagógico em que se encontra a escola atualmente. Primeiro, é assustador pensar que necessitamos de algo como o computador para tornar a escola mais motivadora e interessante. A escola deveria ser interessante não pelo fato de possuir um artefato mas, pelo que acontece na escola em termos de aprendizado e desenvolvimento intelectual, afetivo, cultural e social. Segundo, o computador como agente motivador pressupõe que a escola, como um todo, permaneça como ela é, que não haja mudança de paradigma ou de postura do professor. Nesse caso, o computador mais parece um animal de zoológico que deve ser visto, admirado, mas não tocado. O computador entra na escola como meio didático ou como objeto que o aluno deve se familiarizar, mas sem alterar a ordem do que acontece em sala de aula. O computador nunca é incorporado à prática pedagógica. Ele serve somente para tornar um pouco mais interessante e "moderno" o ambiente da escola do século 18.

- Desenvolver o raciocínio ou possibilitar situações de resolução de problemas. Essa certamente é a razão mais nobre e irrefutável do uso do computador na educação. Quem não quer promover o desenvolvimento do poder de pensamento do aluno? No entanto, isso é fácil de ser falado e difícil de ser conseguido. Já foram propostas outras soluções que prometiam esses resultados, e até hoje a escola contribui muito pouco para o desenvolvimento do pensamento do aluno. Por exemplo, essa não é uma das razões pelas quais ensinamos matemática na escola?

## **POR QUÊ SE ENSINA MATEMÁTICA NA ESCOLA?**

As razões pelas quais se ensina matemática na escola não são diferentes das razões pelas quais se propõe o uso do computador na escola. De fato, Kline (1973) lista várias justificativas que podem ser sintetizadas:

- Transmitir fatos matemáticos. Os conceitos matemáticos têm sido acumulados desde o ano 3.000 AC. Um indivíduo que se diz "escolarizado", necessariamente, deve conhecer alguns desses fatos.

- Pré-requisito para o sucesso. Normalmente as profissões de maior destaque na nossa sociedade requerem o conhecimento

matemático. Se o aluno deseja o status social que essas profissões propiciam, então é necessário "ser bom em matemática".

- Beleza intrínseca à estrutura matemática. Os matemáticos se encantam com a estrutura matemática. O fato de um número mínimo de axiomas dar origem a um tipo de geometria ou de teoria dos números é impressionante como estrutura lógica. Essa beleza e o poder mental que a construção dessa estrutura exige deveria ser transmitida aos alunos. A mesma satisfação que o matemático encontra em raciocinar e organizar o seu pensamento, segundo essas estruturas matemáticas, o aluno deveria encontrar em resolver um problema.

- Valores práticos. A matemática auxilia o homem a entender e dominar o mundo físico e, até certo ponto, o mundo econômico e social. A descrição precisa do que acontece ao nosso redor é feita em termos da matemática ou de um sistema simbólico que tem características matemáticas.

- Treino da mente. Mais uma vez, a razão nobre e irrefutável ou seja, propiciar o desenvolvimento disciplinado do raciocínio lógico-dedutivo. A própria origem da palavra "matemática" significa a técnica (tica) de entender ou compreender (matema). Portanto, fazer matemática exige, necessariamente, o desenvolvimento de habilidades ou técnicas de pensamento ou raciocínio.

Entretanto, quando observamos o que acontece com o ensino de matemática na escola notamos que o argumento nobre, o desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo, não é o subproduto mais comumente encontrado. Muito pelo contrário. Aprender matemática ou fazer matemática é sinônimo de fobia, de aversão à escola e, em grande parte, responsável pela repulsa ao aprender. Assim, o que foi introduzido no currículo como um assunto para propiciar o contato com a lógica, com o processo de raciocínio e com o desenvolvimento do pensamento, na verdade acaba sendo a causa de tantos problemas relacionados com o aprender.

Será que o mesmo não pode ocorrer com o computador? Quem pode garantir que o que acontece hoje com a matemática não acontecerá amanhã com o computador? Será que o argumento que o computador na sala de aula propiciará o desenvolvimento do raciocínio não é a mesma

versão do que está acontecendo atualmente com o ensino de matemática? Não será mais uma desculpa para introduzirmos essa tecnologia na escola sem obtermos os resultados que nos propomos atingir? Antes de responder a essas questões, vale a pena entender um pouco melhor o que acontece com o ensino de matemática na escola.

O desenvolvimento do raciocínio lógico-dedutivo e a apreciação da beleza da estrutura matemática ocorre realmente com o matemático. Isso por que ele está fazendo matemática. E quando o matemático faz matemática ele está criando, raciocinando, um processo que pode ser caracterizado como:

*"O matemático diz A, escreve B, pensa C, mas D é o que deveria ser. E D é de fato uma idéia esplêndida que emerge do processo de organizar a confusão."*  
(Kline, 1973;p. 58)

O processo de fazer matemática, ou seja, pensar, raciocinar, é fruto da imaginação, intuição, "chutes" sensatos, tentativa e erro, uso de analogias, enganos e incertezas. A organização da confusão significa que o matemático desenvolveu uma sequência lógica, passível de ser comunicada ou colocada no papel. No entanto, o que o aluno faz quando faz matemática é muito diferente do processo de organização da confusão mental. Ao contrário, o fato matemático é passado ao aluno como algo consumado, pronto, que ele deve memorizar e ser capaz de aplicar em outras situações que encontrar na vida.

Como isso nem sempre acontece, o aluno fracassa e, portanto, é o responsável pelo fracasso da matemática. E essa culpa é somente do aluno. Não é da matemática, pois, mesmo sendo muito difícil, ela tem que ser passada ao aluno. Não existe outra maneira. Nem é do professor, já que este se esmera o máximo possível em passar o conceito matemático, adota a melhor didática possível, uma aula magnífica, tudo perfeito. Portanto, se o aluno não consegue aplicar o conceito já visto na resolução de um problema então, a culpa é do aluno.

Entretanto, as razões pelas quais o aluno fracassa são diversas. Primeira, o fato de o aluno não ter construído o conceito, mas esse ter sido passado ao aluno. Nesse caso não houve a apropriação do conceito e sim a sua memorização. Segundo, mesmo que houvesse a apropriação do conceito num determinado contexto, a aplicação desse conceito em um

outro contexto deve ser encarada como uma outra questão. A transferência do conhecimento não ocorre automaticamente. Enquanto o conceito é frágil, ele deve ser reconstruído no outro contexto ao invés de simplesmente reaplicado. Essa reconstrução tem a finalidade de "encorpar" o conceito, de modo que esse possa ser usado na resolução de diferentes problemas (Valente, 1993). Terceiro, o fato de o aluno não ter chance de adquirir o conceito matemático está relacionado também com a própria matemática. Os conceitos matemáticos são complicados, a notação matemática se tornou complexa, dificultando o pensamento matemático e o exercício do raciocínio.

A complexidade da notação matemática tem feito com que o ensino da matemática seja reduzido ao domínio da própria notação. A notação se tornou objeto de estudo. Com isso a matemática deixa de exercitar o raciocínio para valorizar o ensino da notação que o matemático usa para expressar o raciocínio. Assim, o aluno adquire técnicas de como resolver uma equação do primeiro ou do segundo grau e nunca o processo de "fazer matemática", ou seja, pensar sobre um problema, cuja solução pode ser expressa segundo uma equação matemática e resolvida através da técnica de resolução de equações. Ao aluno só é fornecida a segunda parte do processo. Isso porque, primeiro, é difícil o professor prever os problemas que o aluno poderá encontrar na vida e, assim, usar esses problemas como objeto de estudo. Isso faz com que o professor se limite à técnica, esperando que o aluno, no futuro, consiga aplicar essas técnicas à solução dos problemas que encontrar. Segundo, mesmo quando algum problema é utilizado, esse problema é "fabricado", no sentido de facilitar a explicação de um determinado conceito. Quando o problema não advém do aluno, é difícil fazê-lo motivar-se e interessar-se por um problema simulado que não lhe diz respeito.

A solução para evitar o ensino das técnicas matemáticas tem sido o uso de material pedagógico. O aluno manuseia um material que propicia o desenvolvimento de conceitos matemáticos. No entanto, esse tipo de atividade constitui a primeira parte do processo de fazer matemática. A solução do problema proposto pelo material pedagógico nem sempre é formalizada e expressa segundo a notação matemática. Sem essa formalização do conceito o aluno não tem a chance de sintetizar suas idéias, colocá-las no papel, compará-la com outras soluções, verificar sua validade, etc. Portanto, esse tipo de ensino também é incompleto. Ele

tem a vantagem de desenvolver o raciocínio, mas não o de expressar o raciocínio segundo uma notação precisa e não ambígua.

É importante notar que o que ocorre com o ensino de matemática não é diferente do que ocorre com o ensino de outras disciplinas. Por exemplo, a disciplina de Português também é reduzida ao ensino de técnicas. Ensina-se gramática, análise léxica, sintática, etc, mas nunca a expressão do pensamento segundo a língua Portuguesa. Isso somente aconteceu quando os exames vestibulares passaram a enfatizar a comunicação do pensamento. Mesmo nesse caso, essa comunicação foi reduzida à técnica: como fazer uma descrição, uma narração, ou um conto. O conteúdo da comunicação é outra história!

O mesmo acontece com disciplinas que não fazem parte do currículo, como por exemplo a Música. O aprendiz passa nove anos no conservatório adquirindo técnicas de domínio do instrumento e da notação musical. Pouca ou nenhuma ênfase é dada ao processo de composição de uma peça musical: a expressão de uma idéia segundo a notação musical.

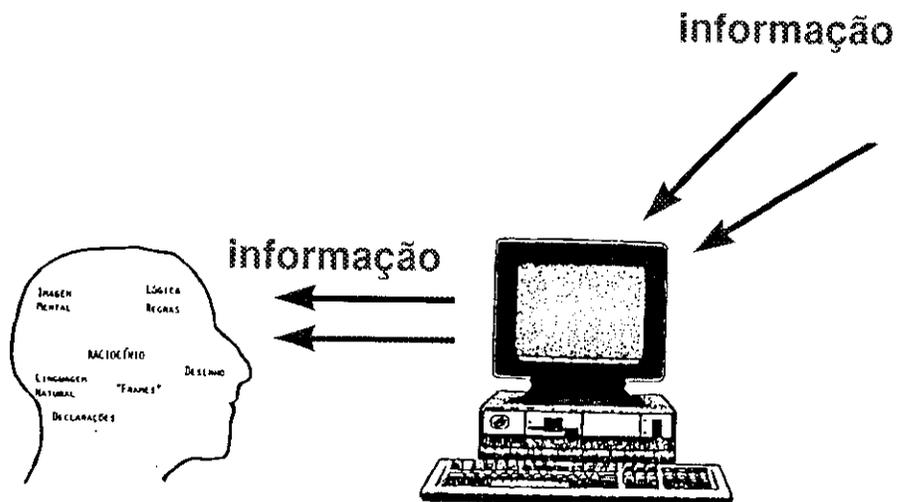
Esses exemplos mostram que a razão pela qual o ensino ficou reduzido à aquisição de técnicas também está relacionado com a complexidade das diferentes notações utilizadas para representar o processo de pensamento. Isso não significa que as técnicas não tenham importância no processo de aprendizagem, mas sim, que uma coisa não deve ser explorada em detrimento da outra. Além disso, o ensino tradicional de matemática vê a técnica desvinculada do conceito, enquanto que a compreensão da técnica só ocorre quando o aluno compreender os conceitos matemáticos a que ela se refere.

Portanto, a mudança do paradigma educacional deve ser acompanhado da introdução de novas ferramentas que devem facilitar o processo de expressão do nosso pensamento. Esse é um dos papéis do computador.

## O COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO

Como foi descrito no capítulo anterior, o computador pode ser usado na educação como máquina de ensinar ou como ferramenta. O uso

do computador como máquina de ensinar consiste na informatização dos métodos de ensino tradicionais. Do ponto de vista pedagógico esse é o paradigma instrucionista. Alguém implementa no computador uma série de informações, que devem ser passadas ao aluno na forma de um tutorial, exercício-e-prática ou jogo. Entretanto, é muito comum encontrarmos essa abordagem sendo usada como uma abordagem construtivista, ou seja, para propiciar a construção do conhecimento na "cabeça" do aluno. Como se os conhecimentos fossem tijolos que devem ser justapostos e sobrepostos na construção de uma parede. Nesse caso, o computador tem a finalidade de facilitar a construção dessa "parede", fornecendo "tijolos" do tamanho mais adequado, em pequenas doses e de acordo com a capacidade individual de cada aluno, como pode ser ilustrado pelo esquema a seguir.



Embora, nesse caso o paradigma pedagógico ainda seja o instrucionista, esse uso do computador tem sido caracterizado, erroneamente, como construtivista, no sentido piagetiano. Piaget observou que a criança constrói a noção de certos conceitos porque ela interage com objetos do ambiente onde ela vive. Essa interação propicia o desenvolvimento de esquemas mentais e, portanto, o aprendizado. Entretanto, esse desenvolvimento é fruto do trabalho mental da criança e não de um processo de ensino ou transmissão de informação, como se

essa informação fosse um "tijolo" que se agrega a outros, contribuindo para a construção de uma noção maior.

Com o objetivo de evitar essa noção errônea sobre o uso do computador na educação, Papert denominou de construcionista a abordagem pela qual o aprendiz constrói, através do computador, o seu próprio conhecimento.

## O PARADIGMA CONSTRUCIONISTA

A construção do conhecimento através do computador tem sido denominada por Papert de construcionismo (Papert, 1986). Ele usou esse termo para mostrar um outro nível de construção do conhecimento: a construção do conhecimento que acontece quando o aluno constrói um objeto de seu interesse, como uma obra de arte, um relato de experiência ou um programa de computador. Na noção de construcionismo de Papert existem duas idéias que contribuem para que esse tipo de construção do conhecimento seja diferente do construtivismo de Piaget. Primeiro, o aprendiz constrói alguma coisa ou seja, é o aprendizado através do fazer, do "colocar a mão na massa". Segundo, o fato de o aprendiz estar construindo algo do seu interesse e para o qual ele está bastante motivado. O envolvimento afetivo torna a aprendizagem mais significativa.

Entretanto, na minha opinião, o que contribui para a diferença entre essas duas maneiras de construir o conhecimento é a presença do computador — o fato de o aprendiz estar construindo algo através do computador (computador como ferramenta). O uso do computador requer certas ações que são bastante efetivas no processo de construção do conhecimento. Quando o aprendiz está interagindo com o computador ele está manipulando conceitos e isso contribui para o seu desenvolvimento mental. Ele está adquirindo conceitos da mesma maneira que ele adquire conceitos quando interage com objetos do mundo, como observou Piaget. Papert denominou esse tipo de aprendizado de "aprendizado piagetiano" (Papert, 1980).

No entanto, após mais de uma década de uso do Logo com alunos do 1º e 2º graus (ver os demais artigos nesse livro) e na educação especial

(Valente, 1991a), nós aprendemos por que essa interação com o computador propicia um ambiente riquíssimo e bastante efetivo do ponto de vista de construção do conhecimento. Para explicar o que acontece nessa interação com o computador vou me concentrar, inicialmente, no aspecto gráfico do Logo. Em seguida, essas idéias serão expandidas para outras modalidades de uso do computador como ferramenta <sup>1</sup>.

Quando o aluno usa o Logo gráfico para resolver um problema, sua interação com o computador é mediada pela linguagem Logo, mais precisamente, por procedimentos definidos através da linguagem Logo de programação. Essa interação é uma atividade que consiste de uma ação de programar o computador ou de "ensinar" a Tartaruga a como produzir um gráfico na tela. O desenvolvimento dos procedimentos se inicia com uma idéia de como resolver o problema ou seja, como produzir um determinado gráfico na tela. Essa idéia é passada para a Tartaruga na forma de uma sequência de comandos do Logo. Essa atividade pode ser vista como o aluno agindo sobre o objeto "computador". Entretanto, essa ação implica na **descrição** da solução do problema através dos comandos do Logo (procedimentos Logo).

O computador, por sua vez, realiza a **execução** desses procedimentos. A Tartaruga age de acordo com cada comando, apresentando na tela um resultado na forma de um gráfico. O aluno olha para a figura que está sendo construída na tela e para o produto final e faz uma **reflexão** sobre essas informações.

Esse processo de reflexão pode produzir diversos níveis de abstração, os quais, de acordo com Piaget (Piaget, 1977 e Mantoan, 1991), provocará alterações na estrutura mental do aluno. O nível de abstração mais simples é a abstração empírica, que permite ao aluno extrair informações do objeto ou das ações sobre o objeto, tais como a cor e a forma do objeto. A abstração pseudo-empírica permite ao aprendiz deduzir algum conhecimento da sua ação ou do objeto. A abstração reflexiva permite a projeção daquilo que é extraído de um nível mais baixo para um nível cognitivo mais elevado ou a reorganização desse

---

<sup>1</sup> Essas idéias são fruto de discussões e reflexões que surgiram em seminários organizados no NIED, em Agosto de 1990 e em Agosto de 1991 onde participaram os pesquisadores do NIED e os pesquisadores convidados: Edith Ackermann, Gregory Gargarian (ambos do Media Laboratory do MIT) e David Cavallo (Digita, EUA).

conhecimento em termos de conhecimento prévio (abstração sobre as próprias idéias do aluno).

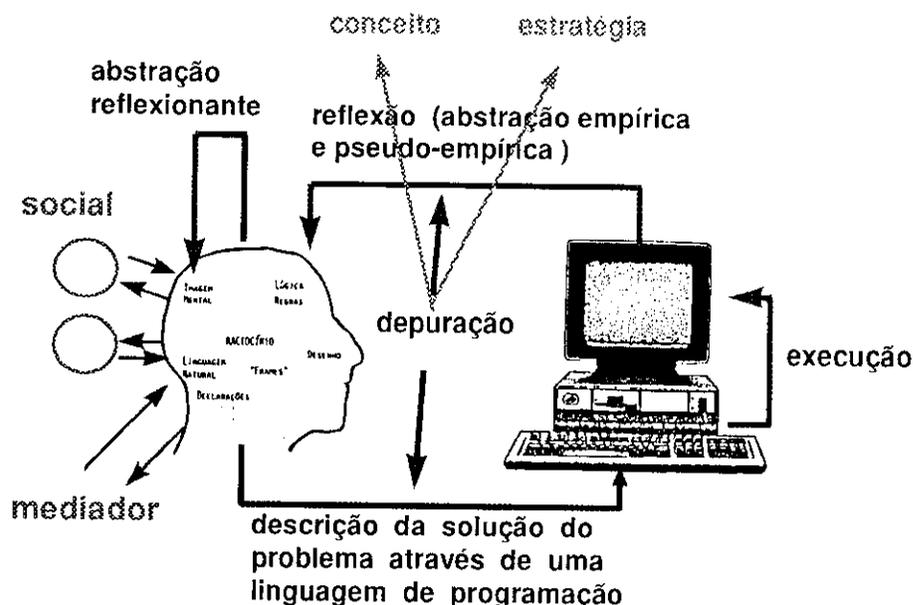
O processo de refletir sobre o resultado de um programa de computador pode acarretar uma das seguintes ações alternativas: ou o aluno não modifica o seu procedimento porque as suas idéias iniciais sobre a resolução daquele problema correspondem aos resultados apresentados pelo computador, e, então, o problema está resolvido; ou depura o procedimento quando o resultado é diferente da sua intenção original. A **depuração** pode ser em termos de alguma convenção da linguagem Logo, sobre um conceito envolvido no problema em questão (o aluno não sabe sobre ângulo), ou ainda sobre estratégias (o aluno não sabe como usar técnicas de resolução de problemas).

A atividade de depuração é facilitada pela existência do programa do computador. Esse programa é a descrição das idéias do aluno em termos de uma linguagem simples, precisa e formal. Os comandos do Logo gráfico são fáceis de serem assimilados, pois são similares aos termos que são usados no dia-a-dia. Isso minimiza a arbitrariedade das convenções da linguagem e a dificuldade na expressão das idéias em termos dos comandos da linguagem. O fato de a atividade de programação em Logo propiciar a descrição das idéias como subproduto do processo de resolver um problema, não é encontrada em nenhuma outra atividade que realizamos. No caso da interação com o computador, à medida que o aluno age sobre o objeto, ele tem, como subproduto, a descrição das idéias que suportam suas ações. Além disso, existe uma correspondência direta entre cada comando e o comportamento da Tartaruga. Essas características disponíveis no processo de programação facilitam a análise do programa de modo que o aluno possa achar seus erros (bugs). O processo de achar e corrigir o erro constitui uma oportunidade única para o aluno aprender sobre um determinado conceito envolvido na solução do problema ou sobre estratégias de resolução de problemas. O aluno pode também usar seu programa para relacionar com seu pensamento em um nível metacognitivo. Ele pode analisar seu programa em termos de efetividade das idéias, estratégias e estilo de resolução de problema. Nesse caso, o aluno começa a pensar sobre suas próprias idéias (abstração reflexiva).

Entretanto, o processo de descrever, refletir e depurar não acontece simplesmente colocando o aluno em frente ao computador. A

interação aluno-computador precisa ser mediada por um profissional que conhece Logo, tanto do ponto de vista computacional, quanto do pedagógico e do psicológico. Esse é o papel do mediador no ambiente Logo. Além disso, o aluno como um ser social, está inserido em um ambiente social que é constituído, localmente, pelo seus colegas, e globalmente, pelos pais, amigos e mesmo a sua comunidade. O aluno pode usar todos esses elementos sociais como fonte de idéias, de conhecimento ou de problemas a serem resolvidos através do uso do computador.

As ações que o aluno realiza na interação com o computador e os elementos sociais que permeiam e suportam a sua interação com o computador estão mostrados no diagrama abaixo.



## CONSTRUCIONISMO X CONSTRUTIVISMO

Por quê é necessário um outro termo para definir o tipo de aprendizado que acontece no ambiente Logo ou, mais precisamente, com o Logo gráfico?

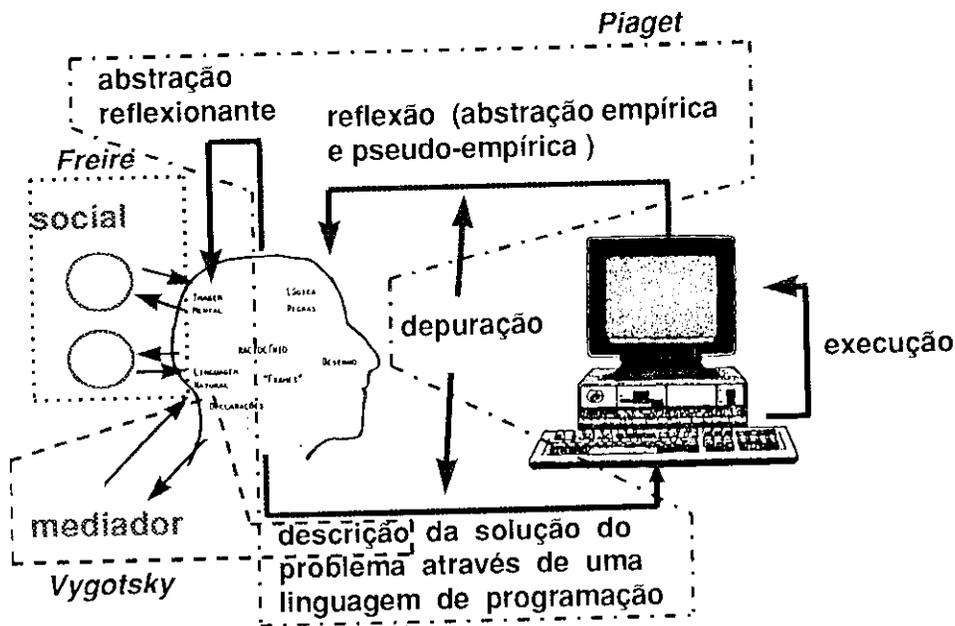
Uma das razões, como já foi mencionado anteriormente, é o fato de a interação aluno-objeto ser mediada por uma linguagem de programação. Através dessa linguagem o aluno pode descrever suas idéias, o computador pode executar essa descrição e o aluno pode depurar a sua idéia original tanto em termos de conceitos quanto de estratégias. Essas características adicionam uma outra dimensão à já conhecida interação com objetos que Piaget observou e descreveu como fonte do processo de construção do conhecimento.

Uma outra razão é o fato de a interação aluno-computador ser mediada por um profissional que conhece Logo - o mediador. No caso dos estudos de Piaget, a criança interagindo com um objeto era observada por um experimentador cuja função era a de usar o método clínico para entender, o melhor possível, as estruturas mentais da criança. O experimentador não é professor e, portanto, ele não tem por objetivo prover ou facilitar a aprendizagem. Por outro lado, no ambiente Logo, o mediador tem que entender as idéias do aluno e tem que intervir apropriadamente na situação de modo a ser efetivo e contribuir para que o aluno compreenda o problema em questão. Assim, a atuação do mediador vai além do uso do método clínico ou da investigação sobre as estruturas mentais do aluno. O mediador tem que intervir e a questão é: como? Esse tem sido o maior desafio dos profissionais que trabalham com o Logo. Entretanto, o modelo que melhor descreve como o mediador deve atuar é fornecido por Vygotsky. Segundo esse modelo o mediador é efetivo quando ele age dentro da Zona Proximal de Desenvolvimento (ZPD), definida por Vygotsky como *"a distância entre o nível de desenvolvimento atual, determinado pela resolução de problema independente e o nível de desenvolvimento potencial determinado através da resolução de problema sob auxílio do adulto ou em colaboração com colegas mais capazes"* (Vygotsky, 1978, p. 86). Isso significa que o mediador no ambiente Logo pode usar o método clínico piagetiano ou, simplesmente, observar o aluno para determinar o nível de desenvolvimento atual e o nível potencial de desenvolvimento. Entretanto, para que a sua intervenção seja efetiva, ele deve trabalhar dentro da ZPD. Se o mediador intervém no nível de

desenvolvimento atual do aluno, o mediador está "chovendo no molhado" — o aluno já sabe o que está sendo proposto pelo mediador. Se, atuar além do nível potencial de desenvolvimento, o aluno não será capaz de entender o mediador. Certamente, a teoria da ZPD, não prescreve nenhuma receita de como o mediador deve atuar efetivamente no ambiente Logo. No entanto, ela mostra que o papel do mediador vai além do uso do método clínico piagetiano: a atividade do mediador é mais pedagógica do que psicológica (a de investigar a estrutura mental do aluno).

Finalmente, no ambiente Logo o aluno está inserido em um contexto social e não está isolado da sua comunidade. Esse contexto social pode ser utilizado como fonte de suporte intelectual e afetivo ou mesmo de problemas contextuais para serem resolvidos, como Paulo Freire sugere (Freire, 1970). O aluno pode aprender com a comunidade bem como auxiliar a comunidade a identificar problemas, resolvê-los e apresentar a solução para a comunidade. Essa é abordagem que está sendo utilizada no Projeto Gênese, relativo ao uso do computador na educação e em desenvolvimento na Secretaria de Educação do Município de São Paulo (Valente, 1992; Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, 1992).

Assim, o suporte teórico para a atividade que acontece no ambiente Logo não advém somente de Piaget. Outras teorias contribuem para explicar os outros níveis de interação e atividades que acontecem nesse ambiente de aprendizagem. Certamente, o objetivo desse capítulo, não é fazer uma análise teórica da interação aluno-computador no ambiente Logo mas sim, mostrar que os diferentes níveis de interação e as respectivas contribuições para o desenvolvimento intelectual do aluno vão além do construtivismo piagetiano. Entretanto, é importante lembrar que dependendo do tipo de trabalho que é realizado no ambiente Logo uma ênfase maior é colocada em uma ou em outra teoria. Por exemplo, em uma atividade de uso do Logo para investigar o desenvolvimento intelectual da criança, o aspecto piagetiano é mais enfatizado. Já, em um trabalho de uso do Logo por um grupo de alunos, os aspectos sociais das teorias de Freire e de Vygotsky se tornam mais enfatizados. De uma maneira geral, o construcionismo proposto por Papert é uma tentativa de melhor caracterizar a construção do conhecimento que acontece no ambiente Logo. A contribuição de cada uma dessas diferentes teorias é mostrada no diagrama a seguir.



## CONSTRUCIONISMO TRANSCENDE O LOGO GRÁFICO

As atividades que acontecem no ambiente Logo, principalmente com o Logo gráfico, são ideais para explicar o construcionismo de Papert. Entretanto, outros usos do computador como ferramenta (processamento de texto, planilhas) permitem a construção do conhecimento de acordo com a abordagem construcionista.

Como foi mencionado anteriormente, a abordagem construcionista acontece quando usamos certos aspectos do Logo, como o Logo gráfico. Os comandos da linguagem são relativamente fáceis de serem aprendidos, a descrição da resolução de problemas espaciais em termos do Logo gráfico não é complicada, o resultado da execução do computador é uma figura, o que facilita a interpretação, a reflexão e a depuração. Em outros domínios do Logo, como processamento de listas, a descrição, reflexão e depuração não são tão simples de serem realizadas como no domínio do Logo gráfico. Primeiro, a descrição de processos recursivos não é um tipo de atividade do dia-a-dia. Segundo, a execução de procedimentos recursivos no processamento de listas é opaco,

tornando difícil o acompanhamento do que o computador está realizando. No processamento de listas não existe uma entidade como a Tartaruga cujo comportamento tem uma correspondência direta com os comandos e procedimentos que estão sendo executados. Terceiro, no processamento de listas a reflexão não é auxiliada pelas ações do computador. A ausência da Tartaruga e os tipos de resultados que são obtidos como produto do processamento de listas torna difícil a interpretação do que acontece com os procedimentos e, portanto, com a descrição da resolução do problema.

Assim, não é por mero acaso que o Logo gráfico é o domínio mais conhecido e usado do Logo! Por outro lado, isso não significa que o processamento de listas seja impenetrável. A compreensão das diferentes atividades que o aluno realiza no processamento de listas e como elas contribuem na construção do conhecimento tem nos levado a desenvolver recursos computacionais cujo objetivo é facilitar a aprendizagem construcionista nesse domínio do Logo. Por exemplo, para tornar as ações do computador menos opacas, foi desenvolvido um sistema computacional que mostra essas ações à medida que os comandos e procedimentos são executados, como as alterações dos valores das variáveis, as chamadas recursivas, etc. (ver capítulo 16 desse livro).

Outras linguagens de programação podem ser analisadas segundo os mesmos critérios usados na análise do processamento de listas do Logo. O objetivo dessa análise é o de fornecer dados para verificar quando essa ferramenta facilita ou não a aprendizagem construcionista. Por exemplo, a linguagem Pascal apresenta as mesmas características do processamento de listas do Logo e, portanto, torna difícil a aprendizagem construcionista. Os comandos em Pascal são em inglês, dificultando sua assimilação; é necessário o domínio de certas estruturas de representação de dados (matrizes, listas) e de noções de algoritmo, para descrever a solução de um problema através do Pascal; os resultados da execução do programa, em geral, não são gráficos; e a depuração é bastante complicada: achar um erro em um programa escrito em Pascal é uma tarefa trabalhosa. Essas características fazem com que seja bastante difícil criar um ambiente de aprendizagem construcionista baseado no Pascal.

Com os processadores de texto as dificuldades são de outra natureza. Se nós entendemos a edição de um texto como "ensinando" o

texto para o computador, nós podemos incluir os processadores de texto no rol das ferramentas e, assim, analisá-las em termos da abordagem construcionista. Os processadores de texto atuais são bastante simples de serem utilizados e a descrição de idéias através deles é uma atividade que tem, praticamente, o mesmo grau de dificuldade apresentado no uso do lápis e papel. Entretanto, o resultado que é apresentado na tela consiste, simplesmente, da formatação do texto. O conteúdo do texto não é executado como é executado um programa escrito em Logo ou Pascal. Se o texto não é executado significa que não existe a interpretação do texto pelo computador, dificultando a verificação das idéias e como elas foram transmitidas para o computador. Para obtermos essas informações é necessário imprimir o texto, e solicitar a alguém que leia o texto e nos informe se o conteúdo do texto está claro ou não. A depuração das idéias e do texto somente poderão ser realizadas quando dispomos das informações do leitor. Mesmo nesse caso, as informações fornecidas sempre apresentam a visão do leitor e são parciais. É muito diferente do resultado oferecido pelo computador que ainda não sofre dos males que nós sofremos e não se altera quanto ao humor, disposição física e mental.

Assim, para a criação de ambientes de aprendizagem baseados no computador onde o conhecimento é construído segundo a abordagem construcionista, é necessário que o software tenha certas características que facilitem as atividades de descrição, reflexão e depuração. Nas linguagens de programação são encontradas a maior parte dessas características, embora, dependendo da linguagem de programação utilizada, nós tenhamos essas atividades mais ou menos facilitadas. Entretanto, como foi muito bem observado, a programação atualmente não precisa ser vista como a explicitação de uma idéia em termos de uma sequência de comandos de uma linguagem de computador (Ackermann, 1993). O processo de programação pode iniciar com uma idéia clara de como resolver um problema. Essa é a visão "hard" ou planejadora da atividade de programação (Turkle, 1984). Atualmente, existem ferramentas, como Paintbrush, que tornam a atividade de resolver um problema através do computador mais parecida com uma atividade de escultura. Essa é a visão "soft" de programação: a solução do problema emerge à medida que está sendo resolvido. Para tanto, à medida que as ações computacionais são selecionadas e executadas pelo computador, e satisfazem as exigências do problema, essas ações são armazenadas e, posteriormente, convertidas em um procedimento ou programa que resolve o problema em questão. Esse tipo de facilidade, incorporada às

modernas ferramentas de programação, não é diferente do que acontece quando uma criança usa o Logo Simples com a opção de gravar suas ações (Valente e Valente, 1988). À medida que a criança comanda a Tartaruga, os comandos são armazenados em uma lista que poderá ser convertida, no final da atividade, em um procedimento. O rastro deixado na forma de uma lista de comandos pode ser visto como a descrição de uma idéia e pode ser usado na reflexão e na depuração da idéia. "Mondrian", um software desenvolvido por Lieberman (1992) possui essas características. Esse software auxilia a construção de figuras quadráticas na tela bastando para isso escolher ações de um menu, através do "mouse". Essas ações são armazenadas e transformadas em um procedimento. Esse procedimento pode ser convertido em um item do menu e usado na construção de outras figuras.

## CONCLUSÕES

O objetivo desse capítulo foi o de responder às questões: por quê usar o computador na educação e como ser mais efetivo do ponto de vista educacional. O argumento para responder essas questões foi o de que o computador deve ser utilizado como um catalisador de uma mudança do paradigma educacional. Um novo paradigma que promove a aprendizagem ao invés do ensino, que coloca o controle do processo de aprendizagem nas mãos do aprendiz, e que auxilia o professor a entender que a educação não é somente a transferência de conhecimento, mas um processo de construção do conhecimento pelo aluno, como produto do seu próprio engajamento intelectual ou do aluno como um todo. O que está sendo proposto é uma nova abordagem educacional que muda o paradigma pedagógico do instrucionismo para o construcionismo. O objetivo da introdução do computador na educação não deve ser o modismo ou estar atualizado com relação às inovações tecnológicas. Esse tipo de argumentação tem levado a uma sub-utilização do potencial do computador que, além de economicamente dispendiosa, traz poucos benefícios para o desenvolvimento intelectual do aluno.

Entretanto, a nova questão que se coloca é: como conseguir essa mudança? Parece que o sistema educacional, como um todo, resiste a essas mudanças. Existe uma tendência de se manter o paradigma instrucionista por razões de ordem histórica — foi assim que fomos

educados é assim que devemos educar — ou pela falta de entendimento do que significa aprender ou ainda pela falta de experiência acumulada que possa comprovar a efetividade educacional do paradigma construcionista. Por outro lado, a análise dos resultados do paradigma instrucionista são desoladores: provocamos o êxodo do aluno da escola ou produzimos um educando obsoleto. Os que abandonam a escola engordam a fileira dos fracassados, dos que não conseguem aprender. Os obsoletos não conseguem acompanhar o desenvolvimento atual da sociedade, mais especificamente, não estão preparados para trabalhar no novo sistema de produção ou serviço que está emergindo na sociedade atual — sistema enxuto de produção de bens e de serviços. Esse sistema elimina excessos de estoques e perdas, e demanda um trabalhador ativo, criativo e capaz de participar do processo de produção ao invés de ser um executor de ordens, como é mencionado no Capítulo 14 desse livro.

A falta de preparo para atuar na sociedade ou nos sistemas mais modernos de produção tem levado os profissionais a procurarem cursos sobre criatividade ou sobre o desenvolvimento da capacidade de pensar. Entretanto, esses cursos podem ser caracterizados como uma tentativa de transmitir uma série de técnicas de como ser criativo ou como pensar corretamente. Irônico! E não há outra maneira de ser. A capacidade de criar e de pensar não se constrói do dia para a noite. O desenvolvimento dessas habilidades é um processo longo que deve iniciar desde os primeiros dias de vida. De fato, como mostrou Piaget, ele inicia no momento do nascimento e prossegue até entrarmos na escola. É durante esse período que aprendemos a andar, falar e os princípios de matemática ou mesmo de ciência. Isso, sem sermos formalmente ensinados, fruto somente do aprendizado piagetiano, como denominou Papert. A escola e o paradigma instrucionista castram essa nossa habilidade de aprender sem ser ensinado e com isso nossa habilidade de criar e de pensar. Quando o adulto necessitar dessas habilidades seria ingênuo pensar que elas poderiam ser adquiridas como se adquire itens de um supermercado.

No entanto, a mudança de paradigma educacional deve ser vista com algo que vai além da vontade política e econômica. Ela deve ser acompanhada da inclusão de ferramentas que permitam a implementação do paradigma construcionista. Os diferentes domínios da ciência estão cada vez mais sofisticados, exigindo notações e meios de expressão dos fenômenos desses domínios cada vez mais complicados e difíceis de serem assimilados. Como foi mostrado ao longo desse capítulo, essa

dificuldade impossibilita o "fazer matemática" ou o "fazer música". É necessário usar uma ferramenta que facilite a expressão do raciocínio e a reflexão e a depuração do mesmo. O computador pode ser essa ferramenta.

Entretanto, o computador para ser efetivo no processo de desenvolvimento da capacidade de criar e pensar não pode ser inserido na educação como uma máquina de ensinar. Essa seria a informatização do paradigma instrucionista. O computador no paradigma construcionista deve ser usado como uma ferramenta que facilita a descrição, a reflexão e a depuração de idéias. Isso é conseguido quando o computador é usado na atividade de programação e, ainda mais efetivamente, quando a linguagem de programação apresenta as características do Logo gráfico.

Felizmente, no Brasil e em outros países da América Latina, diversos projetos relativos ao uso do computador na educação têm adotado a linguagem Logo e, procuram com isso, criar as condições para uma mudança de paradigma educacional. Por exemplo, o projeto de uso de computadores na educação na Costa Rica e na Venezuela (Valente, 1991), o Projeto Gênese na cidade de São Paulo (Valente, 1992; Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, 1992) e os projetos de uso do Logo na educação especial em mais de 50 centros na América Latina (Valente, 1991a).

Além desses exemplos, cada vez mais, os esforços dos centros de pesquisa e dos centros formadores de professores devem ser na direção de promover a utilização do computador segundo o paradigma construcionista. Com isso estaremos aumentando nossa esperança de ter o computador usado segundo esse paradigma, ao invés do instrucionista, como está acontecendo com a maior parte dos países desenvolvidos. Se essa mudança de paradigma realmente for feita estaremos antecipando uma mudança que contribuirá para a nossa sobrevivência. O planeta não suporta mais o nível de produção que atingimos e os gastos e perdas de recursos naturais que ela acarreta. É necessário um outro método de produção de bens e de serviços, mais econômico, mais eficiente, com menos excessos e onde trabalhem profissionais capazes de criarem e pensarem. É para formar esse novo profissional que a mudança de paradigma educacional é necessária. Caso contrário, o tempo dirá.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, E. (1993) Comunicação Pessoal durante "The 10th International Conference on Technology and Education", Cambridge, Massachusetts.
- Câmara de Comércio Brasil-Estados Unidos (1993) Estudo para a Melhoria da Qualidade da Educação. São Paulo.
- Freire, P. (1970) *Pedagogy of the Oppressed*. The Seabury Press, New York.
- Kline, M. (1973) *Why Johnny Can't Add: the failure of the new math*. Vintage Books, New York.
- Lieberman, H. (1992) Mondrian: A Teachable Graphical Editor. Artigo não publicado. Visible Language Workshop, Massachusetts Institute of Technology Media Laboratory, Massachusetts.
- Mantoan, M. T. E. (1991) O Processo de Conhecimento - tipos de abstração e tomada de Consciência. NIED-Memo, Campinas, São Paulo (no prelo)
- Papert, S. (1986) Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York. Traduzido para o Português em 1985, como *Logo: Computadores e Educação*, Editora Brasiliense, São Paulo.
- Piaget, J. (1977) *Recherches sur L'abstraction Réfléchissante*. Études d'épistemologie génétique. PUF, tome 2, Paris.
- Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (1992) Projeto Gênese - A Informática Chega ao Aluno da Escola Pública Municipal. Relatório Técnico. Prefeitura do Município de São Paulo, São Paulo.
- Turkle, S. (1984) *The Second Self: Computers and the Human Spirit*. Simon and Schuster, New York.
- Valente, A.B. (1993) A Intransigência da Transferência de Conhecimento. A ser publicado na *Acesso*, FDE, São Paulo.
- Valente, J.A (1992) Logo and Freire's Educational Paradigm. *Logo Exchange*, 11 (1) 39-43. International Society for Technology in Education, Oregon.

- Valente, J.A. (1991) Report from Latin America. *Logo Exchange*, 10 (2) 43-45. International Society for Technology in Education, Oregon.
- Valente, J.A. org. (1991a) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, Campinas, São Paulo.
- Valente, J.A. e Valente, A.B. (1988) *Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos*. Editora McGraw-Hill, São Paulo.
- Vygotsky, L.S. (1978) *Mind in Society: the development of higher psychological processes*. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.



## CAPÍTULO 3

# PROCEDIMENTO, FUNÇÃO, OBJETO OU LÓGICA? LINGUAGENS DE PROGRAMAÇÃO VISTAS PELOS SEUS PARADIGMAS

Maria Cecília Calani Baranauskas\*

### INTRODUÇÃO

A escolha da linguagem de programação para uma aplicação específica, principalmente no caso de contextos educacionais, requer uma atenção particular ao paradigma subjacente a linguagem. O objetivo deste artigo é situar algumas linguagens de programação usadas em Educação, principalmente Logo e Prolog, entre os principais paradigmas existentes, sob a ótica de "meios" diferentes onde problemas são representados e resolvidos. Esta abordagem às linguagens pelos seus paradigmas leva a uma reflexão sobre metodologias de uso de linguagens de programação no contexto educacional.

Várias definições podem ser encontradas na literatura, para "paradigma de programação". Papert, referindo-se a linguagens suportadas por novas arquiteturas, define paradigma de programação como um "quadro estruturador<sup>1</sup>" que é subjacente à atividade de programar e coloca que a escolha do paradigma de programação pode mudar notavelmente "a maneira como o programador pensa sobre a tarefa de programar" (Papert, 1991, p.8). De acordo com a visão proposta neste artigo, esse quadro estruturador já existe no nível de abstração que

---

\* Depto. de Ciências da Computação - IMECC - UNICAMP  
Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

linguagens como Lisp e Prolog, por exemplo, propuseram sobre a arquitetura von Neumann.

Recuperando o contexto histórico da evolução das linguagens de programação, pode-se dizer que elas representam graus variados de abstração da arquitetura subjacente, chamada von Neumann.

Conhecer as origens dos paradigmas de programação envolve conhecer um pouco da história da evolução das linguagens de programação. Os computadores disponíveis no final da década de 40 e início da década de 50, além dos problemas decorrentes da tecnologia da época, eram difíceis de serem programados pela ausência de *software*. Na falta de linguagens de programação de alto nível, ou mesmo linguagens de montagem, a programação era feita em código de máquina (por exemplo, uma instrução para "somar", deveria ser especificada por um código em vez do seu uso textual). Essa maneira de programar tornava os programas ilegíveis, além de ser bastante complicado o seu processo de depuração. Do ponto de vista do programador, essa foi uma motivação importante para a criação das linguagens de montagem e seus montadores. Além disso, as aplicações numéricas da época requeriam o uso de certas facilidades que não estavam incluídas no *hardware* das máquinas de então, (números reais, acesso a elementos de um conjunto por seu índice, por exemplo) surgindo daí a criação de linguagens de mais alto nível que incluíssem tais recursos. O paradigma "procedural", é o que mais se aproxima do uso da arquitetura von Neumann como modelo para representação da solução de um problema a ser resolvido pela máquina. Segundo o paradigma procedural, programar o computador significa "dar-lhe ordens" que são executadas sequencialmente. Em tal paradigma, "representar" a solução de um problema para ser resolvido pelo computador envolve escrever uma série de ações (procedimentos) que, se executadas sequencialmente, levam à solução. Ou seja, o programa representa a prescrição da solução para o problema. As linguagens de programação procedurais (ou imperativas) como por exemplo Fortran, Pascal, C, Módulo-2, formam a maior classe das linguagens existentes até então. Várias razões poderiam ser usadas para explicar o crescimento da classe de linguagens procedurais; devemos apontar o papel histórico do uso do computador em aplicações numéricas e o uso do computador dentro do próprio domínio da ciência da computação. O desenvolvimento de tais linguagens tem sido feito por especialistas em computação, para uso de especialistas em computação,

dentro do seu próprio domínio, onde questões de eficiência e desempenho são fundamentais. A classe das linguagens procedurais continuará a evoluir, enquanto a arquitetura subjacente dos computadores foi a arquitetura von Neumann.

O paradigma funcional de programação surgiu com o desenvolvimento da linguagem Lisp (de List Processing) por John McCarthy em 1958. Lisp foi projetada, portanto, numa época em que só existia processamento numérico, para atender aos interesses dos grupos de Inteligência Artificial no processamento de dados simbólicos. Apesar do estilo imperativo de programar ser bem aceito entre programadores, provavelmente em função do tipo de aplicações realizadas na época, o vínculo da linguagem com a arquitetura von Neumann, excetuando-se as razões técnicas de eficiência, do ponto de vista de metodologia de desenvolvimento de programas, apresenta-se como uma restrição desnecessária (Sebesta, 1988). Surgiu como uma nova base para projeto de linguagens, o uso de funções matemáticas e composição de funções, introduzindo um novo modelo para representação do problema a ser resolvido pela máquina. Segundo o paradigma funcional, programar o computador significa definir funções, aplicar funções e conhecer o comportamento de funções na máquina; os mecanismos de controle, no programa, passam de iterativos a recursivos. Assim, representar a solução de um problema para ser resolvido num ambiente funcional passa a necessitar de uma abordagem completamente diferente dos métodos usados em linguagens imperativas.

Programação orientada a objetos é um novo paradigma, que surgiu em paralelo à criação de uma linguagem de programação, chamada Smalltalk, proposta por Alan Kay em 1972. A idéia básica do paradigma orientado a objetos é imaginar que programas simulam o mundo real: um mundo povoado de objetos. Dessa maneira, linguagens baseadas nos conceitos de simulação do mundo real devem incluir um modelo de objetos que possam enviar e receber mensagens e reagir a mensagens recebidas. Esse conceito é baseado na idéia de que no mundo real frequentemente usamos objetos sem precisarmos conhecer como eles realmente funcionam. Assim, programação orientada a objetos fornece um ambiente onde múltiplos objetos podem coexistir e trocar mensagens entre si.

Programação em lógica é uma teoria que representa um modelo abstrato de computação sem relação direta com o modelo von Neumann de máquina. Prolog (de Programming in Logic), surgiu no início dos anos 70, dos esforços de Robert Kowalski, Maarten van Emden e Alain Colmerauer e é a linguagem de programação desenvolvida em máquina sequencial, que mais se aproxima do modelo de computação de programação em lógica. O enfoque do paradigma da programação em lógica para se representar um problema a ser resolvido no computador, consiste em expressar o problema na forma de lógica simbólica. Um processo de inferência é usado pela máquina para produzir resultados. Segundo o modelo de programar proposto por Prolog, o significado de um "programa" não é mais dado por uma sucessão de operações elementares que o computador supostamente realiza, mas por uma base de conhecimento a respeito de certo domínio e por perguntas feitas a essa base de conhecimento, independentemente. Dessa maneira, Prolog pode ser visto como um formalismo para representar conhecimento a respeito do problema que se quer resolver, de forma declarativa (descritiva). Existe, por trás do programa uma máquina de inferência, em princípio "escondida" do programador, responsável por "encontrar soluções" para o problema descrito.

Programar nos diferentes paradigmas significa, portanto, representar, segundo modelos diferentes, a solução do problema a ser resolvido na máquina. Cada linguagem que suporta determinado paradigma representa, portanto, um "meio" onde o problema é "resolvido". Enquanto "meio de expressão" e de "comunicação" com a máquina, a linguagem e, indiretamente o seu paradigma, "moldam" a representação do problema a ser resolvido. Assim, na atividade de programar, mudar de paradigma significa muito mais do que conhecer as entidades sintáticas e semânticas da nova linguagem, o processo de pensamento também deve ser mudado, ajustando-se ao novo meio de representação do problema. O psicolinguista Benjamin Lee Whorf (citado em Johanson (1988)) em seu trabalho com linguagens naturais sugere que existem estruturas inerentes à linguagem que falamos das quais não nos damos conta, mas que têm uma profunda influência em nossos pensamentos. Ele argumenta que os padrões disponíveis nas estruturas das linguagens que usamos são mais importantes que as palavras em si. O trabalho de Whorf, embora não se refira a linguagens artificiais, concorda com o conceito de Papert sobre paradigma de programação como uma estrutura subjacente à linguagem de programação que

influencia a maneira como o sujeito encara a tarefa de programar e faz-nos questionar a respeito do tipo de pensamentos que um determinado paradigma desperta, se considerarmos as implicações cognitivas do uso de linguagens de programação em resolução de problemas.

Neste artigo a palavra "paradigma" é usada, no contexto de linguagens de programação, para representar diferentes "modelos" de representação do problema a ser resolvido na máquina. Em minha ótica, o entendimento de tais modelos é fundamental no *design* de metodologias para desenvolvimento de programas em uma dada linguagem; na criação de ambientes de aprendizado baseado no computador e também no ensino/aprendizado de linguagens de programação de modo geral. Assim, um dos objetivos deste artigo é mostrar que os paradigmas de programação fornecem diferentes "meios" para representação de problemas. Outro objetivo é mostrar que algumas linguagens (como Logo e Prolog) englobam vários desses "meios" e a mudança de um meio para outro não é um processo suave para usuários não sofisticados.

Para situar os paradigmas de programação como "meios" diferentes onde problemas são representados, procuraremos exemplificá-los através da representação de um mesmo problema, nesses diferentes meios. Apesar de cada paradigma definir uma classe de problemas à qual as linguagens melhor se adequam, as linguagens de programação de alto nível são consideradas "de propósito geral". Assim sendo, correndo o risco de sermos "parciais" a esse respeito, escolhemos como o "problema" a ser exemplificado nos vários paradigmas, um clássico na literatura de computação: o problema de calcular o fatorial de determinado número. Nas seções seguintes o uso desses quatro paradigmas será discutido no contexto de duas linguagens de programação muito citadas no contexto educacional: Logo e Prolog. Alguns *bugs* de novatos no processo de aprender essas linguagens serão mostrados para ilustrar a problemática da não observância dos paradigmas subjacentes.

## OS "MEIOS" GERADOS PELOS PARADIGMAS DE PROGRAMAÇÃO

Os paradigmas das linguagens de programação, interpretados como "meios" onde problemas são resolvidos, apresentam diferentes

significados para "programa" e para a "máquina que executa o programa". Conseqüentemente, tem-se diferentes maneiras de pensar e representar problemas, conforme será ilustrado a seguir.

## O meio procedural

O meio procedural pretende "imitar" a máquina von Neumann; o computador é entendido como uma máquina que obedece ordens e o programa como uma prescrição de solução para o problema. O conceito central para representação da solução do problema é o conceito de "variável" como uma abstração para uma posição de memória na máquina, para a qual se pode atribuir um valor. O fluxo de controle da execução pela máquina é ditado por sequenciação e por comandos de repetição. Assim, para representar a solução do problema do cálculo do fatorial de um número, o usuário precisa prescrever a solução do problema segundo modificações que dinamicamente alteram os conteúdos das variáveis e conduzem ao resultado do cálculo. Para ilustrar o paradigma procedural a "resolução" de fatorial será escrita em Pascal na sua forma iterativa pois historicamente a iteração ilustra melhor o paradigma da programação procedural. A seguir esse paradigma será retomado para comparação com os demais.

```
Procedure Fatorial(n:integer,var fat:integer);
var i:integer;
begin
  fat:=1;
  for i:=1 to n do fat:=fat*i
end;
```

Esse tipo de representação da solução do cálculo do fatorial envolve uma abordagem ao problema com a máquina em mente. Ou seja, o cálculo do fatorial "acontece" distribuído por ações da máquina que manipulam as variáveis  $n$  (o objeto do cálculo do fatorial),  $i$  (variável que auxilia no controle do número de iterações da ação de multiplicar) e  $fat$  (variável que acumula o resultado da multiplicação). Assim, o cálculo do fatorial de  $n$  é representado pela ação repetida do comando de atribuição  $fat:=fat*i$ , cuja semântica explica como é feita a alteração na variável  $fat$ .

A nível do usuário, a representação da solução do problema nesse meio envolve, além do conhecimento da sintaxe da linguagem, conhecimento da semântica da linguagem ao nível de comando (que modificações nas variáveis um determinado comando provoca) e ao nível

de bloco (qual é o "significado" de um conjunto de comandos em relação ao problema em questão).

Portanto, no meio procedural a máquina é tratada como um dispositivo que "obedece" ordens. Assim sendo, a maioria dos comandos é usada para descrever para a máquina "como" resolver o problema. No nosso exemplo, resolver o "problema" Fatorial envolve descrever para a máquina, em detalhes segundo as restrições da sua linguagem, todos os passos necessários para "cálculo" do fatorial de um número.

## O meio funcional

Uma função matemática é um mapeamento de membros de um conjunto (domínio) em outro conjunto (contra-domínio). Ou seja, definir uma função envolve especificar, explícita ou implicitamente seu domínio, seu contra-domínio e o mapeamento que "leva" elementos do domínio a elementos do contra-domínio.

A principal característica do meio funcional é "imitar" o comportamento de funções. Assim, no meio funcional, o computador atua como uma máquina que avalia funções e o programa consiste da definição e composição de funções. Nas linguagens procedurais, uma expressão é avaliada e seu resultado, em geral, é armazenado em uma célula de memória representada por uma variável. Uma linguagem de programação puramente funcional não usa variáveis ou comando de atribuição. A ordem de avaliação de suas expressões de mapeamento é controlada por recursão e expressões condicionais, enquanto que no meio procedural esse controle é feito por sequenciação e iteração. Dessa maneira, o usuário é "poupado" de preocupações com entidades que o levariam a uma metodologia de mais "baixo nível" (próxima da arquitetura da máquina), para desenvolvimento de programas.

A solução do problema do cálculo do fatorial de um número, por exemplo, é representado no "meio" funcional, por uma função recursiva nos moldes de sua definição matemática, como ilustrado a seguir, em Lisp:

```

(defun fatorial (n)
  (cond
    ((zerop n) 1)
    (T (* n (fatorial (- n 1)))))
  )
)

```

A idéia básica não é mais a da repetição de sequência de ações, mas de aninhamento de ativações diferentes da mesma função, cada umas delas "retornando" um valor, que é usado pelas demais, em cadeia, como ilustrado na sequência de expressões abaixo:

```

(fatorial 3)=
(3*(fatorial 2))=
(3* (2* (fatorial 1)))=
(3* (2* (1* (fatorial 0))))=
(3* (2* (1* 1)))=
(3* (2* 1))=
(3* 2)=
(6)

```

Portanto, escrever um "programa", segundo esse paradigma, envolve definir funções e aplicação de funções para o problema em questão e o processo de "execução" pela máquina consiste em avaliar as aplicações das funções envolvidas. O computador assume o papel de uma "máquina funcional".

A nível do usuário, o meio para representação da solução de problemas não é mais baseado nos conceitos de variável, atribuição de valor e iteração; mas, é constituído pelos conceitos de função, comandos condicionais e recursão.

## O meio orientado a objetos

O meio orientado a objetos pretende imitar o "mundo real", através do papel do computador como uma máquina que simula a interação entre objetos. Nesse mundo, o programa é constituído dos objetos, mensagens e métodos (possíveis mensagens para as quais um objeto pode responder).

No "meio" orientado a objetos, as unidades de programa são objetos. Por exemplo, desde uma constante numérica até um sistema para manipular arquivos, são todos objetos. Mensagens possibilitam a

comunicação entre os objetos e é através delas que uma operação de um objeto é requisitada. Um método especifica a reação de um objeto a uma determinada mensagem recebida correspondente aquele método. Sebesta exemplifica esses conceitos mostrando o significado da expressão  $21 + 2$ , no paradigma orientado a objetos:

*"o objeto receptor é o número 21, para o qual é enviada a mensagem "+ 2". Essa mensagem passa o objeto 2 para o método "+" do objeto 21. O código desse método usa o objeto 2 para construir um novo objeto, o 23"* (Sebesta, 1988, p. 465).

No paradigma orientado a objetos, a representação do cálculo do fatorial de um número corresponde a um "método" para objetos "inteiros". Esse método, pode ser invocado por uma "mensagem" do tipo *5 fatorial*, construindo o "objeto" 120. Para ilustrar, mostramos a seguir, a "resolução" de fatorial escrita em Smalltalk (extraída de Sebesta, 1988, p. 473):

```
fatorial
  self = 0
  ifTrue: [^1].
  self < 0
  ifTrue: [self error 'Fatorial não definido']
  ifFalse: [^ self * (self - 1) fatorial]
```

Apesar da "aparência" convencional do código, sua semântica é bem diferente da semântica das linguagens imperativas. As unidades de programa são os objetos, que são uma abstração de dados e possuem a habilidade de herdar características de objetos de classes ancestrais e de se comunicar com outros objetos enviando e recebendo mensagens. O foco da atenção no meio orientado a objetos está colocado, portanto nos objetos e na capacidade de processamento deles, enquanto que na abordagem de programação tradicional o enfoque está nos processos e na implementação deles.

## O meio da lógica

Uma das características principais das linguagens para programação em lógica é sua semântica declarativa. A idéia por trás dessa semântica é que existe uma maneira de determinar o significado de cada declaração que não depende de como a declaração seria usada para resolver o problema. Isto é, o significado de uma dada proposição num

programa é determinado a partir da própria proposição, enquanto que, em linguagens imperativas a semântica de um comando requer informações que não estão contidas ou não estão explicitadas no comando. Por exemplo, o conhecimento das regras de escopo para as variáveis é necessário para se entender o significado de determinado comando em um programa escrito numa linguagem procedural.

Assim, seriam declarações válidas no problema do cálculo do fatorial:

```
"o fatorial de 0 é 1".  
"o fatorial de 1 é 1".  
"o fatorial de 2 é 2".  
etc..
```

No meio gerado pela programação em lógica, um programa não contém instruções explícitas à máquina. Em vez disso, ele estabelece "fatos" e "regras" sobre a área do problema como um conjunto de axiomas lógicos, que são "interpretados" como "programas". Ilustrando, um "programa" em Prolog, para cálculo do fatorial de um número inteiro pode ser definido por:

```
fatorial(0,1).  
fatorial(N,Fat):- N>0,  
    N1 is N-1,  
    fatorial(N1,Fat1),  
    Fat is Fat1 * N
```

No exemplo dado, as duas proposições podem ser lidas como:  
"O fatorial de 0 é 1" (e isso é um fato)  
"O fatorial de N é Fat se o fatorial de N-1 é Fat1 e Fat é Fat1 \* N" (e isso é uma regra)

Dessa maneira, os programas não estabelecem exatamente "como" um resultado deve ser computado, mas, descrevem fatos e regras que podem levar a máquina à dedução do cálculo do fatorial. O computador assume, portanto, o papel de uma "máquina de inferência", buscando uma prova construtiva para uma meta (pergunta) colocada pelo usuário. A nível do usuário, o computador pode ser visto como uma "lógica" que ele tem acesso para verificação da consistência de suas declarações.

## OS PARADIGMAS DESPERTADOS EM LOGO

Logo é uma linguagem de programação proposta por Seymour Papert, cujas raízes derivam de Lisp. A grande contribuição de Papert, pelo que a linguagem é mais conhecida atualmente, está na manipulação de um objeto gráfico, chamado "tartaruga", que é capaz de andar pela tela deixando seu rastro.

Ensinar a tartaruga a fazer algo (por exemplo a figura de um quadrado ou uma casinha) é uma metáfora para a atividade de programar, no contexto da tartaruga. Dessa forma o computador é abstraído na figura da tartaruga. O resultado (rastro da tartaruga), mostrado na tela fornece um *feedback* para a criança que pode levá-la a reformular o procedimento "ensinado". A beleza dessa idéia está no fato de que no processo de "ensinar" a tartaruga a criança pode refletir o seu próprio processo de aprender e tomar consciência disso faz dela, num certo sentido, uma "epistemóloga" (Papert, 1980).

Programar a tartaruga de Logo é, portanto, um modelo "procedural" de programação, onde o procedimento que a criança cria para "ensinar" a tartaruga deve conter todos os passos que a tartaruga deve executar para conseguir o resultado desejado. O modelo de como a máquina (computador) "funciona" está sendo representado no papel da tartaruga, no sentido de que executa ações sequencialmente. Portanto representar um problema para ser resolvido nesse contexto envolve saber "o quê" a tartaruga é capaz de fazer (primitivas); o que ela "deve" fazer para produzir uma figura na tela e "como" instruí-la a fazer (passo a passo, usando comando repetitivo, etc.). A tartaruga (e indiretamente o computador) é tratada como uma "entidade" que obedece ordens. Esse é, claramente, o paradigma "procedural" de programação.

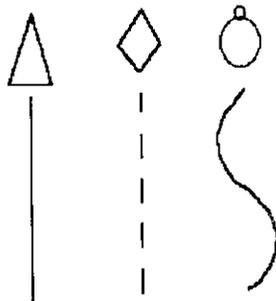
Existe ainda um segundo paradigma do qual Logo se aproximou quando possibilitou o trabalho com múltiplas tartarugas: o paradigma orientado a objetos. Atualmente já existem versoes de Logo orientado a objetos<sup>1</sup> que integra mais essa característica à programação Logo tradicional.

---

<sup>1</sup> Uma implementação de Object Logo foi feita pela Coral Software Inc. para Macintosh. Gary Dresner desenvolveu um sistema Logo orientado a objetos, no MIT Lab. de Inteligência Artificial. No Logo para MSX o "sprite" pode ser usado no "meio" orientado a objetos.

Muir (1989) exemplifica, no contexto de Logo, o paradigma orientado a objetos, através da imagem de um computador contendo várias tartarugas (objetos), cada uma com um formato diferente: uma representada por um pequeno triângulo, outra por um pequeno losango, etc. Cada tartaruga se comporta diferentemente, mesmo que sejam dados a elas comandos idênticos. Cada uma tem seus próprios procedimentos, variáveis, etc. e cada uma pode desenhar com cores diferentes ou padrões diferentes, dependendo de como cada objeto foi definido. Assim, uma delas pode "responder" a um comando "PARAFRENTE" com uma linha contínua de pontos, outra pode responder com uma linha composta de pequenos traços, enquanto que outra "responde" com uma sequência de "ondas", como ilustrado a seguir:

objetos:



mensagem: PARAFREN

reação à mensagem:

Dessa maneira, programação orientada a objetos fornece um ambiente onde, em um único computador, múltiplos computadores podem coexistir. Apesar do novo modelo envolvido no processo de desenvolvimento de programas nessas linguagens,<sup>2</sup> em particular Logo orientado a objetos têm sido usado para introduzir o modelo procedural de programação. A manipulação de várias tartarugas tem sido mais explorada pelo seu efeito estético do que para o trabalho em problemas onde seria interessante um "meio orientado a objetos".

A manipulação de "listas", que é muito pouco compreendida pela comunidade de usuários de Logo, é uma herança da linguagem Lisp<sup>3</sup>. Assim como Logo manipula a "tartaruga", manipula também listas. A

<sup>2</sup>Outras linguagens de programação com extensões orientadas a objetos existem: Lisp, C, Pascal.

<sup>3</sup>A primeira versão de Logo era conhecida como "baby Lisp" e não tinha a tartaruga e suas primitivas gráficas.

diferença é que processamento de listas introduz um novo paradigma de programação: o funcional.

"Lista" é uma estrutura de dados que permite representar uma série ordenada de itens, que podem, por sua vez, ser listas. As primitivas para "manipulação" de listas são, na verdade, funções. Por exemplo:

O primeiro elemento de uma lista é obtido pela aplicação da função (primitiva) PRIMEIRO a uma dada lista - por exemplo, [isto é uma lista]. A palavra "isto" é o resultado da aplicação da função "PRIMEIRO" ao argumento [isto é uma lista].

A nível de unidade os procedimentos definidos pelo usuário podem, por sua vez, ser "funções", pois é permitido que eles "retornem" valores, que podem ser usados por outros procedimentos. Um exemplo de uma função para "retornar" o último elemento de uma lista, em Logo:

```
ap ultimo :lista
se "evazia sp :lista [envie pri :lista]
envie ultimo sp :lista
fim
```

Essa função pode ser "composta" com outras (primitivas ou definidas pelo usuário) como por exemplo:

```
"ji ultimo [a,b,c] [d]"
```

retornando [c,d] como resultado.

Dessa maneira, Logo passa a ter três universos bastante distintos a nível de paradigma de programação: o procedural através da tartaruga (Logo Geométrico), o orientado a objetos através da manipulação de várias tartarugas (Logo Objeto) e o funcional através de listas (Logo Listas).

## A PROBLEMÁTICA DA "MISTURA" DE PARADIGMAS EM LOGO

Apesar de considerada "procedural" (Johanson, 1988; Mendelsohn, 1990), em Logo podemos fazer uso, também, do paradigma funcional

(definindo funções para manipulação de listas) e do paradigma orientado a objetos (através da manipulação de várias tartarugas). Isso faz de Logo uma ferramenta extremamente flexível e amistosa ao usuário que deseja "sentir o sabor" dos vários paradigmas. Por outro lado, essa multiplicidade de paradigmas, em geral, leva o novato a dificuldades do tipo a usar mecanismos procedurais para "pensar" em funções recursivas, por exemplo. A mudança de um "meio" para outro não parece ser trivial.

A grande dificuldade de usuários Logo "não-experts", no trabalho com listas, a meu ver, está nessa mistura de paradigmas que Logo proporciona. Enquanto o trabalho está centrado no Logo geométrico, o modelo procedural está à tona. A medida em que o novato passa a trabalhar com listas o modelo passa a ser outro e raramente ele toma consciência disso. A dificuldade, frequentemente vem do fato de usar o "meio" procedural para resolver um problema de natureza funcional.

Para ilustrar esse aspecto, apresentamos a seguir duas definições comuns entre usuários não sofisticados, para o problema de "inverter uma lista":

```
ap invertel :l
se évazia :l [pare]
esc último :l
invertel semúltimo :l
fim

ap inverte2 :l
se évazia :l [pare]
coloque ji pri :l :l2 "l2
inverte2 sempri :l
fim
```

Na primeira solução (**invertel**) o usuário interpreta "inverter a lista" como uma prescrição à máquina de ações de "escrever os elementos da lista" na ordem contrária. Na segunda solução apresentada (**inverte2**), o aspecto central é a "variável" l2 que deve ser inicializada com uma lista vazia e é dinamicamente alterada pelo comando de atribuição que modifica o conteúdo da variável l2.

Essas definições são típicas de novatos Logo, acostumados ao "meio" procedural da tartaruga. Os procedimentos não são tratados como "funções" que retornam valores. As definições mostradas ilustram a abordagem procedural ao problema e aparentemente o "resolvem". As

grandes dificuldades acontecem quando essa abordagem é usada em problemas mais complexos onde o usuário perde o "controle" das modificações que ocorrem dinamicamente nas variáveis criadas.

Essa dificuldade em "perceber" o "meio" funcional quando trabalhando com listas é menos aparente entre sujeitos com formação em matemática. É comum observar-se em cursos de formação para professores (em geral de 1º e 2º graus) uma maior facilidade de professores de matemática com problemas envolvendo processamento de listas, do que os das demais áreas. Anderson, num artigo em que investiga as dificuldades de estudantes no trabalho com Lisp, relata que curiosamente observou um estudante que, ao contrário dos demais, não teve dificuldade alguma com o aprendizado de programação recursiva: *"Significativamente, era um estudante graduado em matemática que tinha feito uma grande quantidade de trabalho em teoria de funções recursivas"* (Anderson, 1988, p. 162).

Logo tem sido menos discutida como linguagem de programação, e mais discutida como um "ambiente" para uso de computadores em Educação, baseado no trinômio criança-computador(Logo)-facilitador. Nesse "ambiente", Logo é uma máquina virtual que "conversa" com a criança através de seu objeto "tartaruga". O facilitador é a pessoa que "acompanha" a criança em seu trabalho com a máquina. Seu papel no contexto geral do aprendizado da criança é tão difícil quanto é seu grau de interferência nesse processo. Por outro lado, as "idéias poderosas" atribuídas a Logo como recursão, estruturação de procedimentos e *debugging* não são inerentes a Logo (Pea, 1986); elas devem ser entendidas no contexto mais geral dos paradigmas de programação. Assim como o papel do facilitador é de extrema importância no processo de levar a criança à "descoberta" dessas idéias, também o deve ser para levá-la a "perceber" os diferentes paradigmas, adequando a metodologia ao "meio" identificado.

## O PARADIGMA DA PROGRAMAÇÃO EM LÓGICA E PROLOG

Segundo o modelo de programar proposto por Prolog, o significado de um "programa" não é mais dado por uma sucessão de

operações elementares que o computador supostamente realiza, mas por uma base de conhecimento a respeito de certo domínio e por perguntas feitas a essa base de conhecimento, independentemente. Dessa maneira, Prolog pode ser visto como um formalismo para representar conhecimento a respeito do problema que se quer resolver, de forma declarativa (descritiva). Existe, por trás do programa uma máquina de inferência, em princípio "escondida" do programador, responsável por "encontrar soluções" para o problema descrito.

Para exemplificar essa idéia, imaginemos que o problema em questão seja o de obter todas as combinações possíveis em um cardápio de restaurante, composto de uma entrada, um prato principal e uma sobremesa. Pode-se simplesmente "descrever" os tipos de composição de pratos e a máquina é que se encarregará de "encontrar" as respostas para o que poderia ser uma refeição completa. Assim pode-se definir a seguinte "base de dados":

```
é-refeição(X,Y,Z) se é-entrada(X) e é-prato-principal(Y) e
    é-sobremesa(Z).
é-prato-principal(X) se é-carne(X).
é-carne(picanha).
é-carne(galinha).
...
é-entrada(sopa).
é-entrada(frios).
...
é-sobremesa(fruta).
é-sobremesa(doce).
...
```

Para essa base de dados, à "pergunta"  $\text{é-refeição}(X,Y,Z)$  Prolog responderá com todas as combinações possíveis de entradas, pratos principais e sobremesas especificados na base de dados. Note-se que o usuário não tem que ocupar-se, em princípio, em "instruir" a máquina, através de comandos apropriados, no sentido de "ensiná-la" a fazer todas as combinações. O foco de sua atenção fica colocado no problema, através da especificação do relacionamento entre os objetos que existem no domínio de seu problema.

Nos paradigmas citados neste texto, as linguagens de programação requerem em maior ou menor grau, que o usuário não-expert faça concessões à máquina de modo que resolver um problema envolve uma abordagem ao problema com a máquina em mente. Com

isso a atenção do usuário é desviada para detalhes de sintaxe e estrutura dos elementos da linguagem, conforme discutido por Johanson (1988):

*"instrução em programação pode ser caracterizada como um pensamento de alta ordem, mas grande parte da energia de aprender a programar é gasto em aprender a sintaxe e estrutura das linguagens de programação e isso deve interferir na meta inicial de desenvolvimento de habilidades em resolução de problemas"* (Johanson, 1988, p.24).

Usuários iniciantes em Prolog tornam-se envolvidos com a especificação de objetos e seus relacionamentos, de forma que a ênfase é colocada na especificação e na análise lógica do conhecimento envolvido no problema; Prolog como "linguagem" praticamente "desaparece". Se por um lado "esconder" do usuário o "raciocínio" que Prolog usa para responder-lhe perguntas (máquina de inferência) traz-lhe uma simplificação que o coloca diretamente envolvido com aspectos relativos ao domínio de conhecimento do problema sendo resolvido, por outro lado, essa prática tem sido uma das maiores responsáveis por levar novatos a concepções errôneas (Mendelsohn, 1990).

## A PROBLEMÁTICA DA DUPLA SEMÂNTICA DE PROLOG

Prolog é uma implementação do modelo de computação de programação em lógica em uma máquina sequencial. Assim, o ideal da programação em lógica é somente parte da "história" Prolog.

Várias análises empíricas de tipos de problemas que novatos têm com Prolog têm sido realizadas (Scherz, 1990). Em minha visão muitos dos *bugs* que são apresentados podem ser explicados pelo não entendimento do "meio" gerado pela linguagem, como uma combinação de seus aspectos declarativos e operacionais.

Um exemplo de uma interpretação errônea da linguagem pelo exagero de seu aspecto declarativo é ilustrado a seguir num protocolo de um novato tentando definir o cálculo do fatorial de um número:

```
fatorial(0,1).  
fatorial(N-1,W).  
fatorial(N,Z):- Z is N*W.
```

Este protocolo mostra a representação da solução para o problema como uma consequência das declarações:

"o fatorial de 0 é 1.  
o fatorial de N-1 é W.  
o fatorial de N é Z, que é o produto de N por W".

Parece que nenhum aspecto operacional (como a máquina irá usar essas declarações para responder a pergunta) é suposto.

Frequentemente o novato tem problemas com definições que têm o mesmo significado declarativo e significados operacionais diferentes, como ilustra a base de dados a seguir:

```
idade(tom, 18)
idade(jose, 17).
idade(susi, 15).
mais_velho1(X, Y):-IX>IY, idade(X, IX), idade(Y, IY).
mais_velho2(X, Y):- idade(X, IX), idade(Y, IY), IX>IY.
```

As duas definições apresentadas (**mais\_velho1** e **mais\_velho2**), apesar de terem o mesmo significado declarativo, tem significados operacionais diferentes e produzem resultados diferentes quando executadas.

Mostrar o processo de inferência de Prolog gradualmente torna-se necessário a medida em que esse conhecimento amplifica o entendimento do novato sobre o interlocutor no processo.

Por outro lado, usuários alfabetizados em linguagens procedurais, vêem Prolog apenas segundo sua semântica operacional e muito esforço é requerido deles no sentido de "abstrair" a máquina para representar um determinado problema segundo as restrições do próprio problema. Usuários Pascal, por exemplo, tendem a representar problemas em Prolog com a máquina de inferência em mente e têm dificuldades em expressar o problema numa forma declarativa. Entre esses usuários é comum encontrar construções onde o sujeito usa elementos do meio procedural com a sintaxe da nova linguagem, misturando estruturas dos dois paradigmas. Um exemplo que ilustra esse aspecto é apresentado a seguir, na definição da relação "último elemento de uma lista":

$\text{ultimo}([X], Y) : -Y=X$  ("o último elemento de uma lista com um elemento X é Y se Y é igual a esse elemento X")

O usuário empresta a regra "se-então" do meio procedural em vez de escrever a sentença na sua forma declarativa:

$\text{ultimo}([X], X)$  ("o último elemento de uma lista com um elemento X é ele próprio").

Prolog possui uma semântica declarativa, expressa pelas proposições que compõem a sua base de dados, e uma semântica operacional, relativa ao comportamento da máquina de inferência ao buscar uma prova construtiva para uma determinada meta (pergunta). A apropriação do paradigma da programação em lógica, a meu ver, depende da combinação desses dois fatores: o declarativo e o operacional (procedural<sup>4</sup>). Captar o paradigma da programação em lógica e ultrapassar a "porta de entrada" de Prolog envolve, a nível de metodologia, definir ambientes e ferramentas que possibilitem ao usuário trabalhar em uma combinação de ambos os aspectos: o declarativo e o operacional.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Na análise feita neste artigo a atividade de "programação de computadores" é considerada uma atividade de "resolução de problemas", onde as linguagens representam, através de seus diferentes paradigmas, os "meios" onde os problemas devem ser resolvidos. Assim, resolver um problema nos paradigmas citados envolve "moldar" o problema segundo as "entidades" representativas de cada paradigma:

- "comandos" que são executados passo a passo pela máquina virtual, se o paradigma for o procedural.

- "funções" , que são aplicadas a certos argumentos e "retornam" valores se o paradigma for o funcional.

---

<sup>4</sup>É importante notar que o termo "procedural" usado neste contexto tem significado diferente do usado para qualificar paradigma procedural de programação. Aqui a máquina em questão é a máquina de inferência de Prolog, e não se refere à arquitetura Von Neuman subjacente.

- "objetos" que se comunicam se o paradigma for orientado a objetos.

- "proposições" assumidas verdadeiras sobre determinado domínio de conhecimento, se o paradigma for o da programação em lógica.

Se para o profissional do domínio da computação essas mudanças de um meio para outro acontecem de maneira natural, o mesmo não pode ser dito a respeito do novato. A interpretação do novato a respeito do "meio" subjacente à linguagem, que ele usa para representar a solução de um problema, tem implicações no seu processo de resolução do problema e de aprendizado da linguagem. Em geral, o novato num determinado paradigma de programação com experiência anterior no paradigma procedural, usa a sintaxe da nova linguagem sobre uma representação baseada nos elementos do paradigma antigo, no processo de apropriar-se da nova linguagem.

Logo e Prolog têm sido referências obrigatórias quando se fala de linguagens de programação em contextos educacionais. Entretanto, em ambos os casos, a maioria de seus usuários têm grande dificuldade ao ultrapassar o que podemos chamar de suas "portas de entrada": as fronteiras do procedural, incorporadas pela tartaruga, no caso de Logo (Rocha, 1991) e a criação de bases de conhecimento em assuntos de conteúdo puramente declarativo, no caso de Prolog. A grande dificuldade de usuários novatos no trabalho com o paradigma funcional (processamento de listas em Logo, por exemplo) pode ser relativo ao uso do "meio" procedural (de Logo geométrico) para resolver problemas de natureza funcional (Baranauskas, 1990; Baranauskas, 1991; Rocha, 1991). Efeito semelhante acontece aos usuários acostumados a linguagens procedurais quando são introduzidos a outros paradigmas como o caso de Prolog, por exemplo (Baranauskas, 1993).

A apropriação dessas linguagens como meios de expressão pode ser facilitada na medida em que as metodologias e ambientes de desenvolvimento de programas refletirem e explicitarem seus respectivos paradigmas.

Novas linguagens de programação surgirão a partir de novas arquiteturas de computador e de novas abstrações. O paradigma de

programação subjacente deveria ser o ponto de partida no *design* de metodologias e ambientes que possibilitem ao usuário a construção conceitual do meio gerado pela linguagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, J. R.; Pirolli, P; e Farrell, R. (1988) Learning to program Recursive Functions. Em M.T.H. Chi, R. Glaser, M.J. Farr (Eds.), *The Nature of Expertise*. Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates Inc..
- Baranauskas, M.C.C. (1990) Procedimento, Função, Objeto ou Lógica? *Relatório Técnico IMECC*, n. 20/91.
- Baranauskas, M.C.C. (1991) Procedure, Function, Object or Logic? Proceedings of the Eighth International Conference on Technology and Education, Toronto, Ontario, pp. 730-731.
- Baranauskas, M.C.C. (1993) Criação de Ferramentas para o Ambiente Prolog e o Acesso de Novatos ao Paradigma da Programação em Lógica. Tese de Doutorado, FEE UNICAMP, fevereiro/ 1993, 405p.
- Bobrow, D. (1985) If Prolog is the answer, what is the question? or what it takes to support AI programming Paradigms. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 11(11)pp1401-1408.
- Ennals, R. (1983) *Beginning Micro-Prolog*. Harper and Row, New York.
- Johanson. R. P. (1988) Computers, Cognition and Curriculum: Retrospect and Prospect. *J. Educational Computing Research*, 4(1),1-30.
- Mendelsohn, P; Green, TRG; e Brna, P. (1990) Programming Languages in Education. *Document TECFA 90-8*, Université de Geneve.
- Muir, R. J. (1989) Object-Oriented Programming: Initial Experiences. *The Logo Exchange*. abril 1989.
- Papert, S. (1991). New Images of Programming: in search of an educationally powerful concept of technological fluency. (A proposal to the National Science Foundation). Cambridge, MA: MIT Technology Laboratory.

- Patterson; J. H. e Smith, M.S. (1986) The Role of Computers in Higher-order Thinking. Em J.A. Culbertson e L.L. Cunningham (ed.), *Microcomputers and Education*, Chicago: University of Chicago Press.
- Pea, R. (1986). Language-independent conceptual "bugs" in novice programming. *Journal of Educational Computing Research*, 2(1), 25-36.
- Rocha, H. V. (1991). Representações Computacionais Auxiliares ao entedimento de Conceitos de Programação. Tese de Doutorado, FEE UNICAMP, outubro/1991, 500p.
- Scherz, Z., Maler, e O., Shapiro, E. (1988). Learning with Prolog - A New Approach. Em J. Nichol, J. Briggs e J. Dean (Eds), *Prolog, Children and Student*, London: Kogan Page.
- Sebesta, R. W. (1989) *Concepts of Programming Languages*. California: The Benjamin Cummings Publishing Company, Inc..

## CAPÍTULO 4

### LEGO-LOGO: EXPLORANDO O CONCEITO DE DESIGN

José Armando Valente\*  
Cláudio Cesar Canhette\*\*

#### INTRODUÇÃO

No ensino tradicional, a maioria das atividades desenvolvidas privilegia o aprendizado através da assimilação de idéias apresentadas pelo professor: um verdadeiro excesso de atividades analíticas, o que tem provocado o surgimento de distorções no processo ensino-aprendizado. Além disso, existe um descompasso entre as atividades desenvolvidas na escola e o que acontece na vida real. Os problemas resolvidos em sala de aula, em geral, são totalmente desvinculados dos problemas que o aluno encontra após cruzar o portão da escola.

Nesse capítulo é apresentado o sistema LEGO-Logo, que oferece uma outra possibilidade de uso do computador na educação e que propicia ao aluno a chance de aprender através do "design" e do processo de fazer engenharia. No LEGO-Logo o aluno constrói máquinas utilizando os dispositivos LEGO (tijolinhos, motores, engrenagens, polias e sensores), conectam essas máquinas ao computador e desenvolvem programas em Logo que fornecem um certo comportamento a essas máquinas. Essas atividades propiciam um contexto mais significativo e motivador para o aluno aprender conceitos de Ciência e o coloca em contato com problemas semelhantes aos encontrados no dia-a-dia e na atividade de "design".

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

\*\* Aluno de pós-graduação do Departamento de Ciência da Computação da UNICAMP

Analisando o ensino tradicional de Ciências, verifica-se que ele sofre dos mesmos males que o ensino de Matemática ou de Português, descritos no Capítulo 2. A preocupação maior está na apresentação de conceitos de Ciências contidos em um currículo. Esse enfoque curricular provoca um distanciamento entre o que é ensinado e a realidade do mundo dos fenômenos físicos, biológicos em que o aluno vive. O aluno aprende uma série de fórmulas, porém não consegue perceber a utilidade do que aprendeu. Isto pode ser observado no número elevado de pessoas que sentem dificuldades em aprender conceitos de Ciências. Também é elevado o número de pessoas que, embora nunca tenham demonstrado problemas no aprendizado de tais conceitos, se mostram incapazes de aplicá-los de forma prática. Por exemplo, mesmo entre universitários cursando física, é comum que se cometa o equívoco de supor que um objeto, ao sofrer a ação de uma força, se deslocará na mesma direção desta força (diSessa, 1982).

Um outro enfoque utilizado no ensino tradicional de Ciências é a criação de atividades de resolução de problemas ou através de experimentos de laboratório. Segundo esse enfoque, um problema ou um experimento é proposto e para solucioná-lo é necessário utilizar conceitos que tenham sido anteriormente assimilados. A solução obtida apresenta, ao aprendiz, um ou vários novos conceitos, tendo-se, dessa forma, um processo de aprendizado (Gagné, 1971).

Do mesmo modo que no ensino de Matemática, a aprendizagem através da solução de problemas ou de experimentos é interessante e pode ser bastante motivador. Porém, a maneira como é utilizado no ensino tradicional de Ciências, acaba se tornando enfadonho e desestimulante. A resolução de problemas ou de experimentos se torna parte de um currículo pré-estabelecido e se reduz na mera aplicação do conceito apresentado, para reforçar a sua assimilação. Isso acontece porque, primeiro, o método de ensino é baseado em um currículo onde os assuntos são estanques. Como o problema ou o experimento proposto deve envolver somente o conceito apresentado, o problema ou o experimento tem que ser fabricado. Ele não pode ser um problema prático, real, do dia-a-dia. Se assim fosse, certamente, estariam envolvidos mais que um conceito e o problema perderia o sentido de ilustrar a aplicação do conceito específico. Segundo, o problema ou o experimento proposto tem uma única solução e, em geral, uma única maneira de resolvê-lo. Nesse sentido, o problema pode ser visto como um quebra-

cabeça ao invés de algo que estimule a diversidade de soluções, a criatividade e os diferentes estilos de resolução de problemas. Terceiro, um determinado problema ou experimento pode ser significativo para um aluno e não para um outro aluno.

Como foi discutido no Capítulo 2, encontrar problemas interessantes e motivadores para todos os alunos de uma mesma classe, é uma tarefa quase que impossível. Nesse sentido, é mais interessante deixar os alunos escolherem os seus problemas ou, mesmo, projetos mais amplos, envolvendo diferentes conceitos, porém significativos e centrados no interesse de cada aluno. O LEGO-Logo é uma expansão do Logo e tem a finalidade de ampliar o leque de aplicações do Logo, possibilitando a aprendizagem de Ciências segundo a abordagem construcionista.

O LEGO-Logo sendo uma expansão do Logo, tem todas as características que possibilitam a aprendizagem construcionista, com a vantagem de introduzir uma característica nova: o fazer no sentido manual, de montagem de um objeto construído através dos dispositivos LEGO. A montagem desse objeto envolve idéias de engenharia e de "design". Assim, o ambiente LEGO-Logo propicia aprendizagem de três formas distintas:

- Aprendizagem de conceitos: a atividade de realizar um projeto LEGO-Logo envolve a utilização de conceitos de várias áreas e, conseqüentemente, a sua aplicação em situações práticas;

- Aprendizagem de conceitos de "design" e de engenharia: o objeto construído a partir de dispositivos LEGO, em geral, é um modelo de um objeto real (uma máquina de lavar-roupa ou um carro). Esse modelo, primeiro, deve se comportar de maneira semelhante ao objeto real e, portanto, do ponto de vista de engenharia, ele deve funcionar de maneira semelhante. Assim, tanto a parte mecânica quanto a parte computacional do modelo devem sofrer um tratamento a nível de engenharia. Segundo, o modelo deve ter uma forma semelhante ao objeto real. Do ponto de vista do "design", o modelo requer o mesmo tratamento que possibilitou o objeto real a ter a forma e a função que ele apresenta.

- Aprendizagem através do "design": a atividade de realizar um projeto proporciona a oportunidade de desenvolvimento e uso de conceitos utilizados na implementação de um objetos LEGO-Logo. Nesse

sentido, o LEGO-Logo cria um contexto de aprendizagem de conceitos de Ciências através do "design" dos objetos LEGO e dos programas Logo que controlam esses objetos.

Antes de descrevermos o sistema LEGO-Logo, sua origem e usos educacionais, apresentamos algumas idéias sobre "design" e como a atividade de "design" é diferente de resolução de problema.

## O QUE É "DESIGN"

"Design" é um termo que não tem uma tradução em Português. O "design", como está sendo usado aqui, tem as características de plano, projeto, planejamento, planificação, criação, desenho e esboço. O design envolve atividades como planejar, delinear, desenhar, esboçar, projetar, esquematizar, criar, inventar e executar. É o que fazem os arquitetos, engenheiros, economistas, artistas, quando desejam construir um objeto concreto (um capítulo de um livro, um programa de computador, uma escultura ou uma máquina de lavar-roupa). Esse objeto, na verdade, é um produto do intelecto — uma idéia — e do meio usado para expressar e materializar essa idéia. É o que nós fazemos quando resolvemos um problema do dia-a-dia (Norman, 1988).

Se o design é, em outras palavras, o que fazemos quando resolvemos problemas, a questão é: qual a diferença entre resolução de problema e design?

A diferença não é nítida mas, existem diversos fatores que contribuem para que sejam classificadas como atividades diferentes. Primeiro, no design o objetivo a ser atingido é mal definido. Não é claro qual a resposta do problema. Mesmo porque, como o objeto em construção depende do meio, não adianta termos idéias perfeitas ou soluções brilhantes, que elas nem sempre podem ser materializadas. Segundo, no design, a definição do problema é parte da solução. Portanto, achar e definir o problema é parte da atividade de design. Terceiro, não havendo, a priori, um problema claramente definido e com objetivos também mal definidos, a solução do design é debatível, passível de discussão. Assim, o objetivo da atividade de design não é obter a solução ótima ou a *solução* mas, a solução que mais satisfaz uma série de

limitações e interesses individuais. Assim, o que pode ser uma ótima solução para um indivíduo, para um outro a mesma solução não satisfaz. É por essa razão que nem todos compram o mesmo artigo por exemplo, o mesmo tipo de carro.

Por outro lado, os problemas, como apresentados na escola, são bem definidos, existe sempre uma solução, que independe do meio. As atividades de design não se adequam ao sistema de ensino e a abordagem instrucionista da sala de aula. A natureza mal definida das atividades de design atrapalham o desenvolvimento do currículo. Elas suscitam muito questionamento, crítica e debates que acabam tumultuando a aula e fazendo o professor perder tempo. Nesse caso, os problemas fabricados e com um única solução são mais eficientes: uma vez achado a solução, acabou, deixou de existir o problema.

No entanto, a atividade de design, como preparo para enfrentar os problemas reais, do dia-a-dia são muito mais adequados: viver é uma atividade de design — criar filhos, pagar as contas no fim do mês, produzir esse artigo, está mais para design do que resolução de problema.

Uma outra diferença entre design e resolução de problema é o fato de que as estratégias usadas são diferentes. A resolução de problema usa estratégias do tipo "dividir o problema em partes" ou regras precisas que permitem a obtenção de uma determinada solução como, por exemplo os algoritmos. Assim, dado as mesmas condições iniciais, aplicado o algoritmo, sempre é obtida a mesma solução. Já, o design utiliza heurísticas do tipo: tire vantagem do inesperado, use os materiais de maneira diferente, use vários níveis de descrição do problema, trabalhe com o problema iterativamente e focaliza a atenção na interação entre subpartes do problema.

Por exemplo, a heurística "use vários níveis de descrição", significa que em um determinado momento o profissional de design pode ter sua atenção focalizada nos detalhes do objeto sendo construído. Em outro momento, os detalhes podem ser suprimidos e a atenção ser focalizada em um nível mais abstrato. Quando passar de um nível para o outro é uma questão de habilidade e capacidade criativa, inventiva.

Essas heurísticas, não necessariamente, produzem as mesmas soluções, dadas as mesmas condições iniciais. Por exemplo, o inesperado passa a ser parte da solução do design; ou a habilidade de passar do nível de detalhe para o nível abstrato de descrição do objeto, é uma questão que depende muito da experiência e sensibilidade do profissional e do objeto sendo construído.

Além dessas diferenças, a atividade de design apresenta outras características que a torna mais desafiadora e criativa. Por exemplo, o design exige um outro nível de depuração. A falta de uma descrição precisa do problema e do objetivo a ser atingido, fazem com que seja muito difícil depurar o produto do design. Quando algo não sai como esperado ou não satisfaz as limitações impostas, é difícil encontrar o "bug" ou depurar o objeto em questão. Já, a situação de resolução de problema, isso é mais fácil. A condição de resolução de problema propicia melhores condições de depuração do que o design. No entanto, a habilidade de depuração no design pode ser vista, também, como uma heurística que pode ser desenvolvida à medida que se faz design.

O LEGO-Logo pode ser caracterizado como uma atividade de design ao invés de resolução de problema. É uma situação bastante similar à que foi discutida no Capítulo 2, com o acréscimo do fato de que o dispositivo sendo construído, permite a introdução de aspectos relacionados com engenharia e com design. Esses aspectos também estão presentes nas atividades de Logo gráfico ou processamento simbólico, no entanto, o LEGO-Logo as tornam mais evidentes e explícitas.

## O SISTEMA LEGO-LOGO

O sistema LEGO-Logo é um ambiente computacional que possibilita a construção de dispositivos com comportamentos programáveis. Ele é o resultado do trabalho conjunto de um grupo de pesquisadores do "Epistemology and Learning Group" do Massachusetts Institute of Technology e da indústria dinamarquesa LEGO (Ocko, Papert e Resnick, 1987). O LEGO-Logo é formado pelos seguintes elementos:

- As peças tradicionais do LEGO, tais como: tijolos cheios e vazados, eixos, polias, engrenagens, correntes, etc.. A essas peças foram acrescentados motores e sensores de toque, de luz e contágiros;

- A linguagem Logo acrescida de comandos específicos relativos aos motores e sensores, tais como: comandos para ligá-los (**ligamotor**) e desligá-los (**desligamotor**), comandos para ativar os sensores (**ligasensor**), ou contar pulsos emitidos pelos sensores (**contapulso**);

- Uma interface computador/dispositivo que estabelece um canal de comunicação entre o computador e o dispositivo. Esse canal de comunicação permite a troca de informações nos dois sentidos: informação que parte do computador e chega no dispositivo e vice-versa.

A construção de dispositivos é obtida através da combinação das peças do LEGO. Se o dispositivo construído apresentar motores e/ou sensores, é possível ligá-lo a um computador através da interface. Uma vez feita esta ligação, pode-se usar a linguagem Logo ampliada para escrever procedimentos que, explorando a troca de informações entre o computador e o dispositivo, determinam o comportamento do dispositivo. No Capítulo 17 desse livro são descritos a interface usado no LEGO-Logo e o seu funcionamento.

No ambiente LEGO-Logo os alunos constroem os dispositivos e passam a controlá-los através de programas escritos em Logo. Por exemplo, o aluno pode construir um carro com sensor de toque e com uma luz. O comportamento desejado é que se o carro em movimento tocar um objeto, o carro pára e pisca a luz 3 vezes. Esse comportamento é obtido através de um programa do tipo:

```
aprenda carro
atencãomotor 1
liga
se bater
fim

aprenda se bater
ligasensor
se sensor [desliga pisca pare]
se bater
fim

aprenda pisca
repita 3 [atencãomotor 3
        liga espere 5 desliga]
fim
```

Nessa atividade o aluno tem chance tanto de construir seu carro usando técnicas sofisticadas de engenharia e design quanto de programação. A obtenção de uma solução satisfatória implica em depurar tanto o dispositivo quanto o programa que atribui um determinado comportamento ao dispositivo.

O aluno pode, também, montar modelos de objetos do mundo real como, por exemplo, uma máquina de lavar-roupa. Esse dispositivo pode ter uma luz que quando acesa, indica que a máquina está ligada, um sistema motriz que movimenta os rotores da máquina e um sensor de toque que desliga a máquina quando abrimos a sua tampa. O programa Logo deve propiciar o comportamento à máquina de modo que o sensor, o motor e a luz sejam controlados, implementando as funções desejadas.

Assim, o dispositivo pode ser cada vez mais sofisticado e ser incrementado do ponto de vista tanto de semelhança física com o objeto real quanto de comportamento. O limite de sofisticação depende do aluno.

## ORIGENS DO SISTEMA LEGO-LOGO

Pode-se considerar as tartarugas mecânicas de Walter como sendo o ponto de origem do sistema LEGO-Logo. Interessado no que ele denominava de imitação científica da vida<sup>1</sup>. Ele publicou trabalhos que relatam suas experiências com duas máquinas simples, cada uma delas composta de circuitos eletrônicos simples, dois motores, uma célula foto-elétrica e um sensor de toque (Walter, 1950; Walter, 1951). Chamadas de tartarugas por estarem envoltas por uma concha, cujo formato era semelhante ao do casco de uma tartaruga, essas máquinas eram capazes de imitar algumas características do comportamento animal. Por

---

<sup>1</sup> Para Walter, existem duas formas distintas de imitar a vida: uma é aquela que se preocupa em copiar a aparência externa dos sistemas vivos. A outra, a científica, é aquela que se preocupa com a imitação do desempenho e do comportamento.

exemplo, elas simulavam o fototropismo positivo<sup>2</sup> e o reflexo condicionado<sup>3</sup>.

A linguagem de programação Logo (Papert, 1980) aproveitou as idéias de Walter e implementou, entre outras características, comandos que controlam o movimento de tartarugas. Inicialmente, existiam duas versões para a tartaruga do Logo:

- Tartaruga Mecânica: um objeto mecânico ligado ao computador através de um cabo. Essa tartaruga "vive" no chão, onde realiza os seus movimentos;

- Tartaruga na Tela: representada por um triângulo ou pelo desenho de uma tartaruga que "vive" na tela.

O início dos anos 70, quando os dispositivos gráficos eram ainda muito caros, o Logo era mais conhecido pela Tartaruga Mecânica. O Logo sempre era apresentado através de atividades com essa Tartaruga, isso tanto para crianças quanto para adultos. Com a disseminação dos microcomputadores e a possibilidade de uso das televisões como dispositivo gráfico, a Tartaruga Mecânica foi extinta. A Tartaruga de Tela adquiriu melhor precisão, maior velocidade de movimentos, cores e capacidade de proliferação (o Logo do MSX tem 32 Tartarugas de Tela). Essa melhoria em seu desempenho, aliada à facilidade de sua instalação, difundiu a Tartaruga de Tela e praticamente extinguiu a versão mecânica.

O sistema LEGO-Logo resgata a idéia de Tartaruga Mecânica controlada pelo Logo, porém há uma diferença entre o antigo ambiente de tartarugas mecânicas e o ambiente proporcionado pelo LEGO-Logo: no antigo ambiente, a Tartaruga era um objeto mecânico já pronto. A única tarefa possível era controlar o seu movimento. Já no ambiente LEGO-Logo, o usuário tem a oportunidade de construir o objeto mecânico que desejar. Este objeto pode ser uma tartaruga, um outro animal qualquer, um carro, um braço mecânico, um semáforo, etc..

---

<sup>2</sup> Fototropismo positivo é o nome dado ao fenômeno de atração que pequenos insetos voadores sofrem em relação a uma fonte de luz.

<sup>3</sup> Reflexo condicionado é o nome dado a um fenômeno de aprendizado verificado em animais. Um estímulo que não produz efeitos e um estímulo que provoca uma determinada resposta são repetidos conjuntamente por várias vezes. Após essa repetição, o estímulo inócua passa a provocar, isoladamente, a mesma resposta que o outro estímulo.

Portanto, o usuário do LEGO-Logo participa de duas atividades: o projeto do objeto mecânico, que não se restringe às tartarugas, e o projeto dos programas computacionais que controlam o comportamento do objeto.

## APLICAÇÕES EDUCACIONAIS DO LEGO-LOGO

O LEGO-Logo é uma ferramenta educacional semelhante ao Logo, porém, com sua potencialidade expandida. Esse aumento de potencialidade se deve ao acréscimo de um novo domínio: o projeto manual de dispositivos e o seu controle via computador. Assim, o LEGO-Logo propicia três tipos distintos de aprendizagem (Resnick, 1989):

- Aprendizagem conceitual: ao projetar e construir dispositivos se tem a possibilidade de explorar e de utilizar vários conceitos de Matemática, Física, de Engenharia. As atividades com o LEGO-Logo surgem como um meio natural para o aprendizado desses conceitos. Por exemplo: a construção de um carro com o LEGO-Logo, seguida da tentativa de fazê-lo cada vez mais rápido, pode levar o usuário a compreender conceitos de Física, tais como: peso, atrito e velocidade;

- Aprendizagem através do design: no LEGO-Logo o aluno está adquirindo conhecimentos através da construção de dispositivos que são significativos e baseados no seu interesse. A exploração desses dispositivos, comparando sua performance, sua estrutura física e os programas que atribuem um determinado comportamento, constituem uma importante fonte de aprendizado de conceitos, em um contexto significativo e motivador.

- Aprendizagem sobre design: as atividades com o LEGO-Logo funcionam como um ambiente para o desenvolvimento de heurísticas utilizadas em atividades de solução de problemas mal definidos, encontrados na vida real. A atividade LEGO-Logo é bastante semelhante a atividade que profissionais estão desenvolvendo nas suas áreas de especialidade. Assim, estamos oferecendo aos alunos a chance de entrar em contato com esse tipo de atividade o mais cedo possível, fazer design e fazer engenharia de modo a adquirir conhecimentos e habilidades nessas áreas.

Analisando o processo de construção de dispositivos, é possível identificar tarefas com características e com finalidades diferentes. A montagem do carro com as peças do LEGO pode ser dividida em duas subtarefas integradas mas, com finalidades diferentes: o projeto do adorno e o projeto do mecanismo.

O adorno do dispositivo é um conjunto de peças LEGO combinadas de tal forma que torna o dispositivo externamente semelhante ao objeto real. Ao projetar o adorno do dispositivo, o usuário se preocupa com os detalhes de sua aparência externa.

O mecanismo, também, é um conjunto de peças LEGO combinadas porém, sua finalidade é proporcionar ao dispositivo a capacidade de executar comportamentos específicos.

No caso do carro, o adorno poderia ser a existência de paralamas, dos bancos traseiros e dianteiros, dos faróis, etc.. Já, o mecanismo deve contemplar os eixos, as rodas e o motor. Naturalmente, a divisão entre adorno e mecanismo é didática. É difícil estabelecer o que constitui adorno e o que constitui mecanismo. Entretanto, eles facilitam a discussão e a análise dos dispositivos no que diz respeito a sua estética e o seu funcionamento. Um carro pode ter uma estética muito bonita e um desempenho péssimo. Nesse caso o adorno foi mais importante do que o mecanismo.

A divisão adorno/mecanismo facilita, também, entender o tipo de atividade que está envolvido no trabalho com LEGO-Logo. O projeto do mecanismo do dispositivo está relacionado com as idéias de engenharia. Por exemplo, na montagem do carro ao conectar o motor ao eixo traseiro do carro, o aluno observa que isso deve ser feito através de um sistema de polias ou de engrenagens. Tanto as polias quanto as engrenagens têm a finalidade de transmitir movimento do motor ao eixo. Dependendo do tamanho das polias ou das engrenagens usadas pode-se ter a velocidade do eixo do carro menor do que a do motor. Nesse caso, o sistema de polias ou engrenagens é denominado de redutor de velocidade. Os redutores de velocidade são mecanismos de grande aplicação em máquinas, em geral, e grande parte de um curso de Engenharia Mecânica é dedicado ao estudo e projeto de redutores de velocidade.

Em um outro nível, a relação entre os números de dentes das engrenagens ou o diâmetro das polias permite calcular o fator de redução. Na verdade, essa relação de números de dentes ou de diâmetros, do ponto de vista matemático, é uma fração. Assim, o redutor de velocidades permite a introdução de um conceito matemático bastante abstrato mas, que na construção do carro é concretizada pela diferença de velocidade entre o motor e o eixo.

A construção do carro permite a explicitação de outros conceitos de Ciências como, por exemplo, velocidade, atrito, força, peso, etc.. Eles passam a ser tangíveis, facilitando a sua assimilação.

Já, o conceito de "design" está envolvido tanto no projeto do adorno quanto do mecanismo. No adorno são considerados os aspectos estéticos e de semelhança com o objeto real. No mecanismo são considerados os aspectos de uso de conceitos de engenharia e a elaboração de um mecanismo funcional e efetivo.

A divisão adorno/mecanismo permite ainda entender os estilos usados na elaboração de um projeto. Um determinado aluno pode começar pela montagem do adorno e depois adicionar o mecanismo, completando o dispositivo. Outro pode iniciar pelo mecanismo e adicionar o adorno. O produto dessas atividades podem ser aparentemente o mesmo mas, certamente, as ênfases são diferentes e, conseqüentemente, a performance pode ser diferente.

Com base na divisão adorno/mecanismo pode-se, também, realizar uma análise preliminar das atividades de projeto com o LEGO-Logo. Essa análise leva a identificação de alguns pontos em que, frequentemente, surgem dificuldades. No projeto do dispositivo podem ocorrer os seguintes problemas:

- O usuário pode desconhecer algumas peças do LEGO e por isso pode ter seu trabalho de construção da estrutura do dispositivo dificultada;

- A modificação de alguma parte do projeto é bastante trabalhosa. O usuário é obrigado a desmontar até o ponto que deseja modificar, realizar a modificação e reconstruir até o ponto em que estava, e, só então, pode prosseguir.

Estes problemas ocorrem tanto no projeto do adorno quanto no projeto do mecanismo. Porém, o projeto do mecanismo apresenta uma característica que potencializa a ocorrência do segundo problema descrito acima: o usuário, muitas vezes, sente dificuldade em identificar o mecanismo do dispositivo real e, conseqüentemente, não consegue reproduzi-lo corretamente com as peças do LEGO. Desta forma, ele realiza, por várias vezes, modificações em seu projeto visando obter o mecanismo que deseja.

Quanto ao projeto do controle do dispositivo, pode-se afirmar que essa tarefa é, na verdade, uma tarefa de programação bastante semelhante à programação em Logo. A única diferença está no fato de o aluno usar, além dos comandos normais, os comandos para ativar o dispositivo LEGO.

## CONCLUSÕES

O LEGO-Logo é um casamento feliz. A atividade LEGO e a atividade Logo têm propósitos educacionais semelhantes. Tanto no caso do LEGO quanto do Logo a aprendizagem é baseada no processo de construir algo, refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído. No caso do LEGO, a criança constrói um dispositivo a partir de peças LEGO e, no caso do Logo, a criança constrói procedimentos a partir de comandos do Logo.

O que se ganha em termos de aprendizagem quando se cria o ambiente LEGO-Logo?

Certamente, é a chance de poder controlar e dar comportamento aos dispositivos através de programas definidos com os comandos do Logo. Esse tipo de atividade envolve, primeiro, a capacidade de entender cada componente LEGO e como ele pode ser utilizado como elemento mecânico ou eletromecânico em um dispositivo. Segundo, o conhecimento de conceitos específicos sobre o dispositivo sendo construído. Por exemplo, se a criança está montando um carro, ela tem a oportunidade de manusear conceitos de velocidade, atrito, etc.. Terceiro, exercitar conceitos de controle de processos, uma vez que o dispositivo pode ser controlado pelo computador.

Entretanto, o LEGO-Logo permite muito mais, como foi mostrado nesse capítulo: permite a introdução do aprendizado através do design e sobre o design. Nesse sentido, o ambiente LEGO-Logo possibilita ao aluno ter contato com situações que são semelhantes as que ele encontra no seu dia-a-dia, ao invés dos problemas e experimentos fabricados que ele tem que resolver na escola. Através do LEGO-Logo o aluno tem a chance de realizar atividades que são semelhantes as que os profissionais especialistas exercem. Isso, com a vantagem de poder depurar suas idéias sem que tenha que se preocupar com as implicações catastróficas do ponto de vista de segurança, de economia — se o carro não funciona é só alterar alguns componentes ou alterar o programa, sem que isso implique na alteração da linha de montagem da fábrica.

Além desses diferentes tipos de aprendizagem, o ambiente LEGO-Logo cria a chance para os pesquisadores do NIED aprender, não só sobre a efetividade educacional do ambiente LEGO-Logo, como também sobre design. Nesse sentido, o design, uma atividade intelectual complexa, pode ser estudado e dissecado pelo fato de os alunos estarem engajados no processo de fazer design. Esses estudos começam a produzir alguns resultados, como a distinção entre o adorno e o mecanismo dos dispositivos LEGO e as implicações dessa divisão na análise do comportamento do aluno.

À medida que o ambiente LEGO-Logo se dissemina e passa a ser utilizado pelos alunos das escolas, os diferentes tipos de aprendizagem ficarão mais claros e explicitados como relatado nos Capítulos 18 e 19 desse livro. Isso permitirá ter uma visão mais aprofundada do que significa aprender, como criar ambientes de aprendizagem efetivos e como incrementar esses ambientes com atividades que possibilitem ao aluno ter um preparo mais adequado para enfrentar os problemas do dia-a-dia, ou seja criar um contexto educacional mais próximo da realidade da vida e não problemas fabricados e irreais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DiSessa, A.A. (1982) Unlearning Aristotelian Physics: A Study of Knowledge Based Learning. *Cognitive Science*, 6(1), janeiro-março de 1982.
- Gagné, R.M. (1971) *Como se Realiza a Aprendizagem*. Livros Técnicos e Científicos Editora S.A., Rio de Janeiro.
- Norman, D.A. (1988) *The Psychology of Everyday Things*. Basic Books, New York.
- Ocko, S, Papert, S. e Resnick, M. (1987) LEGO, Logo, and Science. *Technology and Learning*, v. 2, n.1.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers, and Powerful Ideas*. Basic Books, New York. Traduzido para o Português como *Logo: computadores e educação*, em 1985. Editora Brasiliense, São Paulo.
- Resnick, M. (1989) LEGO-Logo: Learning Through and About Design. 1989 AERA Annual Meeting, 1989.
- Walter, W.G. (1950) An Imitation of Life. *Scientific American*, 182(5), maio de 1950.
- Walter, W.G. (1951) A Machine That Learns. *Scientific American*, 185(2), agosto de 1951.

**PARTE — II**  
**TEMAS EM ESTUDO**

## CAPÍTULO 5

### EDUCOM - UNICAMP: 10 ANOS DE TRABALHO COM A ESCOLA PÚBLICA

José Armando Valente\*

#### INTRODUÇÃO

O Projeto EDUCOM-UNICAMP é parte das atividades do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP). O trabalho de pesquisa é desenvolvido em duas escolas da rede estadual de ensino. Em cada uma dessas escolas foi montado um ambiente computacional baseado no Logo e esses ambientes estão sendo utilizados para o desenvolvimento de pesquisas relacionadas ao uso do computador como ferramenta educacional. Assim, o objetivo do presente capítulo é descrever o trabalho realizado, bem como todos os aspectos envolvidos no processo de criação do ambiente Logo nessas escolas; a metodologia de trabalho usada e os resultados das pesquisas realizadas.

O projeto EDUCOM-UNICAMP foi idealizado em meados de 1983. Nesse mesmo ano o NIED foi criado para dar suporte institucional ao EDUCOM-UNICAMP. A linguagem Logo foi traduzida pelos pesquisadores do NIED e implementada no computador da Itautec para viabilizar o uso do Logo pelo projeto. Ainda em 1983, foram selecionadas três escolas da rede pública estadual para participarem do Projeto e foi elaborada a proposta do Projeto EDUCOM-UNICAMP (Chaves et al, 1983).

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

Em 1985, os trabalhos propriamente ditos foram iniciados nas escolas. Nesse ano foram escolhidos os professores das escolas que participariam do projeto, e esses professores tomaram os primeiros contatos com a metodologia Logo: aprenderam a linguagem Logo e utilizaram Logo com algumas crianças. Em 1986 foram montadas as salas com microcomputadores em cada uma das escolas e selecionadas algumas classes para participar do projeto.

Atualmente trabalhamos somente com duas escolas: EEPSC João XXIII, de Americana e a EEPSC Tomás Alves, de Sosas. Em cada uma dessas escolas estão instalados 20 computadores (5 I7000 Jr. E e 15 MSX) e 2 impressoras. A utilização desses computadores é realizada como parte das atividades curriculares. Isto significa que o aluno continua recebendo aulas de acordo com o método de ensino tradicional e uma ou duas aulas por semana, de cada uma das disciplinas do currículo, são dedicadas às atividades computacionais. Portanto, 4 a 6 horas por semana são dedicadas ao trabalho com o computador.

Na EEPSC João XXIII estamos trabalhando doze classes do 2º grau diurno, sendo que sete classes são do magistério, e com a 8ª série do 1º grau, onde está sendo realizado um trabalho somente na disciplina de Matemática. No total, participam do projeto, cerca de 350 alunos dessa escola. Seis professores estão envolvidos no projeto sendo dois de Português, dois de Matemática, um de Biologia e um de Física.

Na EEPSC Tomás Alves o projeto está sendo desenvolvido com o 1º e com o 2º graus. No 1º grau estamos trabalhando com seis classes, sendo três classes da 7ª e três da 8ª séries, respectivamente uma do matutino, uma do vespertino e uma do noturno. No 2º grau a atividade com o computador é considerada extra-classe e tem a finalidade de propiciar aos alunos interessados a chance de poderem trabalhar com o computador. No total, cerca de 180 alunos dessa escola participam do projeto. Oito professores estão envolvidos: três de Matemática, um de Português, um de Inglês, um de Ciências, um de Geografia e um de Educação Artística.

Essa breve descrição do Projeto mostra uma longa caminhada que praticamente partiu da estaca zero. Inicialmente existia muita vontade e determinação para que o projeto fosse bem sucedido. As escolas e os professores das escolas tomaram contato, pela primeira vez, com o

computador quando começaram a participar do EDUCOM-UNICAMP. Atualmente o Projeto EDUCOM está incorporado às escolas e tem uma vida própria. Ao longo desses 10 anos foram realizados inúmeros eventos, trabalhos e pesquisas que asseguram ao EDUCOM-UNICAMP um papel de destaque no contexto do uso da informática na educação no Brasil. É essa história que será descrita, de forma sucinta porém, resgatando os fatos relevantes.

## **A PROPOSTA ORIGINAL DO EDUCOM-UNICAMP**

A proposta original do Projeto EDUCOM-UNICAMP (Chaves et al, 1993) consistiu, basicamente, no uso da linguagem Logo com alunos do 2º grau da escola pública. Essa proposta foi elaborada em meados de 1983 por pesquisadores da UNICAMP que se interessaram em participar do Projeto. A proposta tratava basicamente de dois aspectos: a infraestrutura (os locais de montagem do ambiente de computadores, número de alunos, professores, etc.) e a metodologia (a maneira como o Logo seria introduzido nas atividades da escola, o tipo de atividade que seria desenvolvida, etc.).

Do ponto de vista da infra-estrutura, o projeto deveria ser desenvolvido na escola e não na Universidade. Para tanto, deveria ser montada, na escola, uma sala com microcomputadores que deveria ser utilizada por professores das disciplinas de Português, Matemática, Física, Química e Biologia do 2º grau. A escola ou as escolas escolhidas deveriam ser da rede pública e o trabalho relativo ao uso do computador deveria ser desenvolvido pelos próprio professores das disciplinas mencionadas. Além disso, as escolas escolhidas deveriam ser representativas das escolas da rede estadual de ensino e contemplar alunos dos diferentes níveis sócio-econômicos.

Assim, foram escolhidas para participar do EDUCOM-UNICAMP três escolas: a EEPSG Tomás Alves, representativa da camada média da população, localizada em um distrito de Campinas, onde a escola assume o papel de centro intelectual da comunidade, e onde se desenvolvem atividades educacionais, culturais e sociais, de maneira muito similar ao que acontece com a escola nas cidades do interior do Estado de São Paulo;

a EEPSC João XXIII, localizada em um bairro industrial da cidade de Americana e que recebe uma população de estudantes da classe média e média-baixa; e a EEPSC Carlos Lencastre, representativa da camada sócio-econômica baixa da população e localizada em um bairro da periferia da cidade de Campinas.

Do ponto de vista metodológico, o trabalho deveria ser realizado por uma equipe interdisciplinar formada pelos professores das escolas escolhidas e por um grupo de profissionais da UNICAMP. Os professores das escolas deveriam ser os responsáveis pelo desenvolvimento do projeto a nível da escola, e esse trabalho deveria ter o suporte e o acompanhamento do grupo da UNICAMP. Para tanto, esse grupo deveria ser formado por psicólogos, sociólogos, cientistas da computação e pedagogos. Além desses profissionais, se um professor de uma determinada disciplina necessitasse de uma orientação específica com relação à sua disciplina, por exemplo Física, o Projeto deveria contatar um especialista da UNICAMP para servir de consultor dessa atividade.

O Projeto EDUCOM-UNICAMP tinha como objetivo o uso do computador como ferramenta para a aprendizagem e não o computador como máquina de ensinar, como acontece com os programas de Instrução Auxiliada por Computador. Assim, foi adotada a filosofia Logo de ensino-aprendizagem como a abordagem a ser implantada pelo Projeto nas escolas.

Entretanto, a filosofia Logo é bastante distinta da abordagem tradicional de ensino. Entre os inúmeros pontos de diferença, talvez o mais importante, é que no Logo o ensino não é baseado em pré-requisitos ou currículo. No ambiente Logo a ênfase é colocada na aprendizagem através da resolução de problemas. O problema a ser resolvido é proposto pela criança, o computador funciona como ferramenta, e o professor assume o papel de colega mais experiente.

Portanto, o uso do Logo na escola pública não se restringe a simplesmente montar, na escola, uma sala com microcomputadores. Isto não garante a criação de um ambiente Logo de aprendizagem. Além dos computadores, este ambiente necessita de professores que sejam capazes de facilitar o processo de aprendizagem, e de atividades para os alunos desenvolverem e de idéias a respeito de como a aprendizagem ocorre e como ela pode ser incentivada. Por exemplo, a aprendizagem no

ambiente Logo é totalmente baseada no processo do aluno interagir com um material rico em conceitos que ele deve assimilar. Este material é o próprio problema de um determinado domínio do conhecimento que o aluno deverá resolver através do uso do computador. Daí a ênfase na resolução de problemas ao invés do currículo ou dos pré-requisitos.

Esta mudança de paradigma é fundamental e o professor deve estar consciente de que isto está acontecendo. Primeiro, é através da solução de problemas, isto é, da ação do aluno, que ele adquire novos conhecimentos. Segundo, o fato de esta solução envolver o uso do computador, faz com que o aluno obtenha, como subproduto da sua ação, a descrição do processo utilizado para resolver o problema. O programa de computador é a descrição desse processo. Isto tem por objetivo facilitar a reflexão do aluno: ele pode recorrer a essa descrição para refletir sobre erros e acertos encontrados na sua solução. Assim, a idéia sobre depuração de planos de ação e de conceitos errôneos passa a ser a base do processo de aprendizagem. E o erro passa a ser objeto de reflexão e não de punição. Terceiro, o aluno utilizando o computador passa a adquirir conceitos computacionais. Esses conceitos podem ser úteis para a familiarização com a informática de um modo geral, ou podem servir como objeto de reflexão, facilitando a aquisição de conhecimentos sobre processos, fluxo de controle, etc..

Assim, o objetivo do Projeto era a criação, nas respectivas escolas, de ambientes Logo de aprendizagem e o uso desses ambientes para:

- a) adequar as idéias básicas da filosofia e da linguagem Logo à realidade das escolas públicas da região;
- b) desenvolver materiais didáticos e promover o treinamento de professores que possam implementar, na sala de aula, dentro do currículo regular, as idéias básicas da filosofia Logo;
- c) avaliar o processo de ensino-aprendizagem que ocorre, em um ambiente Logo, dentro do contexto das escolas públicas da região;
- d) fazer um estudo básico do processo de aprendizagem de alunos de níveis sócio-econômicos distintos, mas submetidos a um mesmo processo de escolarização, visando ampliar o embasamento teórico das atividades desenvolvidas e conhecer melhor o aluno da região.

O desenvolvimento desses objetivos deveria ocorrer segundo uma abordagem tipo "casca de cebola": o grupo da UNICAMP apresentaria um mínimo de idéias, soluções para as diferentes situações e materiais de apoio e essas sugestões deveriam ser trabalhadas pelos professores das escolas, que a partir do que tinha sido sugerido, deveriam criar novas idéias, soluções e materiais. Assim, o produto final do trabalho deveria ser algo produzido pela escola, ao invés de algo produzido nos laboratórios da Universidade. Em síntese, o Projeto deveria ser também das escolas e não somente da Universidade.

Todos os aspectos mencionados, tanto do ponto de vista de infraestrutura quanto metodológico, constituíram-se no objeto de estudo do Projeto EDUCOM-UNICAMP. Ao longo desses anos de trabalho temos observado e documentado como essas idéias estão sendo absorvidas pelas escolas, tanto pela administração, quanto pelos professores e pelos alunos. Temos notado que, gradativamente, a metodologia Logo está sendo implantada graças a aquisição de experiência por parte dos professores, tanto com a linguagem Logo, quanto com o trabalho junto aos alunos, e da constante supervisão fornecida pelos docentes e pesquisadores da UNICAMP, tornando a metodologia Logo cada vez mais explícita e acessível aos professores e alunos do Projeto. Os resultados desse trabalho podem ser visto na evolução do Projeto nas escolas, desde a sua implantação até os dias de hoje.

## IMPLANTAÇÃO DO EDUCOM-UNICAMP NAS ESCOLAS

A implantação do Projeto nas escolas teve início em meados de 1985. Nessa época foram constituídas as equipes de professores das escolas e formado o grupo de pesquisadores da UNICAMP.

Inicialmente, o grupo da UNICAMP que trabalhava no Projeto EDUCOM era formado por todos os docentes e pesquisadores que faziam parte do NIED. Nesse início de Projeto havia uma identidade muito forte entre o NIED e o EDUCOM. Trabalhavam no Projeto cerca de cinco docentes: Eduardo Chaves, especialista em teoria do conhecimento e coordenador do NIED; José Armando Valente, especialista em informática e educação; Afira Vianna Ripper, especialista em psicologia da aprendizagem; Maria Cecília C. Baranauskas e Heloisa V. da Rocha

ambas especialistas em ciência da computação. Além desses profissionais o Projeto contava com três pesquisadores, contratados pelo NIED, todos eles com especialidade em pedagogia: Maria Elisabette B.B. Prado, Beatriz Bitelman e Antonio F. Gagliardi. Portanto, o grupo do EDUCOM-UNICAMP era formado por oito profissionais, sendo cinco docentes e três pesquisadores.

Os professores das escolas foram escolhidos com base nos seguintes critérios: interesse em participar do Projeto, ser efetivo na escola e nível de desempenho em um curso Logo de 20 horas que foi oferecido pelo NIED. Esse curso possibilitou a observação do professor frente a metodologia e linguagem Logo e permitiu que o professor tivesse a chance de experienciar a nova abordagem educacional que estava sendo proposta. Se essa abordagem lhe fizesse sentido, o professor teria mais argumentos para realmente participar do Projeto.

Assim, participaram do curso cerca de trinta professores, sendo dez professores de cada uma das três escolas. Baseado nos critérios estabelecidos pelo grupo do EDUCOM-UNICAMP foram escolhidos dezesseis professores, sendo sete de cada uma das escolas EEPSC Tomás Alves e EEPSC João XXIII, e somente dois professores da EEPSC Carlos Lencastre. Isto porque somente esses dois professores tinham condições para lecionar no 2º grau e, portanto, satisfaziam as condições determinadas pelo Projeto.

Os dezesseis professores foram liberados 10 horas por semana das atividades de sala de aula. Esse período deveria ser dedicado ao Projeto para documentação das atividades, elaboração de atividades, integração do computador no currículo, etc.. A liberação formal das 10 horas por semana somente foi conseguida no início do segundo semestre de 1985. Nessa data os professores iniciaram o trabalho no Projeto e participaram de um treinamento mais aprofundado sobre a linguagem e a filosofia Logo e, sob a supervisão dos membros do NIED, os professores usaram Logo com algumas crianças.

No início de 1986 foi montado, em cada uma das três escolas, um ambiente computacional e foi iniciado o trabalho com os alunos. Tanto na EEPSC Tomás Alves como na EEPSC João XXIII o ambiente computacional era constituído de quatro microcomputadores I7000 da Itautec e uma impressora. Na EEPSC Carlos Lencastre o ambiente

computacional dispunha de dois microcomputadores I7000 da Itautec e uma impressora, já que as atividades computacionais eram desenvolvidas somente por dois professores dessa escola.

Na EEPSC João XXIII as atividades de uso do computador faziam parte das atividades curriculares. Isto significa que os projetos e os assuntos que o aluno desenvolvia com o computador faziam parte do currículo estabelecido pelo professor. Portanto, o aluno continuava recebendo aulas de acordo com o método de ensino tradicional e uma ou duas aulas por semana, de cada uma das matérias, eram dedicadas às atividades computacionais.

As atividades computacionais eram desenvolvidas pelos professores das disciplinas de Português (dois professores), Física (dois professores), Química, Biologia e Matemática (com respectivamente um professor cada). Todos esses professores trabalhavam com uma única classe com cerca de vinte e cinco alunos da segunda série do 2º grau que participava do Projeto. As atividades desenvolvidas, durante grande parte do ano de 1986, foram: aprendizado da linguagem Logo, uso do processador de texto, e mais no final do ano, iniciaram algumas atividades de integração do computador com os assuntos do currículo. Os alunos usaram o computador em duplas por cerca de 3 a 4 horas por semana.

Na EEPSC Tomás Alves as atividades de uso do computador eram extra-classe. Dentre os alunos do 2º Grau que se interessaram em participar do projeto, foram selecionados trinta e dois alunos. As atividades computacionais eram desenvolvidas após o horário regular de aula. O projeto que o aluno desenvolvia com o auxílio do computador era escolhido pelo aluno e podia ou não ser relacionado com o que ele estava aprendendo em classe. Um professor do Projeto ficava de "plantão" e deveria ser capaz de auxiliar o aluno nas eventuais dúvidas tanto de conteúdo quanto computacional. Esta idéia se assemelha muito com a proposta original do ambiente Logo de aprendizado de Papert — um ambiente análogo ao ambiente de escola de samba onde especialistas e novatos aprendem a dançar juntos (Papert, 1980) — e, por isto, estava sendo avaliada.

As atividades computacionais eram desenvolvidas por sete professores sendo dois de Matemática, dois de Português e um de cada

uma das disciplinas de Química, Física e Biologia. Esses professores trabalhavam com os trinta e dois alunos, distribuídos em quatro turmas de oito alunos cada, que frequentavam o ambiente computacional em horários previamente estabelecidos. Os alunos usavam o computador em duplas por 3 ou 4 horas por semana. Durante grande parte do ano de 1986 as atividades computacionais foram sobre o aprendizado de Logo e uso do processador de texto; somente alguns alunos desenvolveram atividades cujo conteúdo era relacionado ao currículo de sala de aula.

Na EEPSP Carlos Lencastre as atividades também eram extra-classe e eram desenvolvidas por dois professores, um de Física e Matemática, e um outro de Biologia. Cerca de vinte alunos do 2º grau participavam do Projeto. Foram organizados cinco grupos de quatro alunos que usavam o computador em duplas em horários pré-estabelecidos aos sábados e um dia no período da noite. As atividades iniciais foram de uso de comandos básicos do Logo e, mais no final do ano, os alunos começaram a desenvolver projetos de pouca complexidade e cujo conteúdo não era relacionado ao currículo de sala de aula.

## **AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DO PROJETO NA ESCOLA**

Em todas as três escolas o Projeto foi implantado, porém com características próprias, oriundas das condições da escola, de interesse dos professores e dos alunos. Entretanto, toda a experiência foi bastante dificultada por diversos fatores. Primeiro, o número de computadores era bastante reduzido e não permitia aos alunos terem um contato mais intensivo com a máquina. Segundo, os professores tiveram uma grande dificuldade para inserir uma outra atividade na grade curricular. Isto aconteceu pelo fato de os professores entenderem o Projeto como o ensino de uma outra disciplina e não o uso do computador como ferramenta do processo de aprendizagem. Isto era claro quando os professores diziam "uma das minhas aulas esta semana eu vou dar para o Projeto", como se as atividades do computador estivessem roubando tempo de aula que deveria estar sendo usado para outra coisa. Terceiro, o fato de os professores terem que conviver com dois tipos de metodologia de trabalho que eram conflitantes: a metodologia Logo, voltada para projetos, e a metodologia tradicional de sala de aula. Isto fez com que a metodologia Logo fosse reduzida ao ensino de comandos do Logo. Os

professores elaboraram o currículo dos comandos Logo: uma sequência de comandos a serem ensinados, indo dos mais simples para os mais complexos com apoio de folhas de atividades que cada aluno deveria desenvolver. Essas folhas de atividades eram desenvolvidas pelos professores e continham sugestões de projetos muito simples relacionados com o aspecto gráfico do Logo ao invés da integração do Logo com os assuntos curriculares.

Particularmente, as dificuldades maiores surgiram nas escolas EEPSG Tomás Alves e EEPSG Carlos Lencastre onde as atividades computacionais eram extra-classe. Nessas escolas a integração do Logo com o currículo eram ainda mais difícil pelo fato de o professor de "plantão" no ambiente Logo não ser, necessariamente, o professor do aluno e desconhecer o conteúdo envolvido no trabalho que o aluno estava desenvolvendo. Portanto, o professor tinha muita dificuldade para propor soluções, acompanhar as atividades que o aluno desenvolvia no computador e auxiliar o aluno, já que não existia nenhum vínculo entre o professor e o aluno. Além disso era bastante difícil para os professores manterem o ambiente computacional aberto praticamente o dia todo.

Outro fator que causou muita dificuldade no andamento do projeto nessas escolas foi o fato de as atividades serem fora do horário de aula. Isto significava que o aluno deveria voltar à escola para participar do Projeto. Isso nem sempre era possível pelo fato de o aluno depender de condução ou de horário disponível. Segundo, como não havia um compromisso formal de participação do aluno no Projeto, a frequência dos alunos era esporádica e o nível de desistência dos alunos foi muito grande. Na EEPSG Tomás Alves o nível de desistência foi de 30% e na EEPSG Carlos Lencastre o projeto ficou reduzido a somente dois alunos.

Em relação aos professores houve, nesse primeiro ano de funcionamento do Projeto, um grande entusiasmo, apesar das dificuldades encontradas. Na EEPSG João XXIII a proposta original não foi alterada. Os dois professores de Física foram removidos da escola e tiveram que abandonar o Projeto.

Na EEPSG Tomás Alves todos os professores continuaram, mas houve uma mudança substancial na proposta original. As dificuldades mencionadas acima levaram os professores a decidirem trabalhar com algumas classes do 1º grau na modalidade curricular, e a manter a

atividade extra-classe somente com um número reduzido de alunos do 2º grau.

A EEPSC Carlos Lencastre apresentou, ao longo do ano de 1986, uma série de dificuldades de ordem administrativa, o que levou um dos dois professores que participavam do Projeto a pedir demissão da escola e a abandonar o Projeto. Portanto, no final de 1986 o Projeto nessa escola ficou reduzido a dois alunos e um professor. Com isso, os pesquisadores do NIED, em comum acordo com a direção da escola, resolveram terminar o Projeto na EEPSC Carlos Lencastre, e os computadores foram distribuídos para as duas outras escolas do Projeto.

Durante o ano de 1986 a experiência do EDUCOM-UNICAMP foi bastante rica e de grande importância para o NIED. Foi o primeiro contato do NIED com as escolas da rede pública. Houve diversas dificuldades nessa interação mas, houve também, muitos pontos positivos. Por exemplo, observamos que era possível desenvolver um trabalho produtivo com as escolas, que tanto os alunos quanto os professores poderiam beneficiar-se com a experiência de uso da informática no processo de ensino-aprendizagem, e que havia sido dado o primeiro passo para o desenvolvimento de uma metodologia de integração do computador no ensino de assuntos da grade curricular da escola pública. Isto era caracterizado através de uma série de idéias e materiais que foram implementados e testados à medida que o projeto se desenvolveu nas escolas durante aquele primeiro ano de atividade.

Esse primeiro ano de atividade foi a base de um trabalho bastante sólido que tem continuado até os dias de hoje, onde a informática está se integrando, cada vez mais, no processo de ensino-aprendizagem das duas escolas que atualmente participam do Projeto.

Um resumo das atividades e da experiência ao longo do ano de 1986 foi relatado em dois artigos elaborados respectivamente pelos professores da EEPSC João XXIII e EEPSC Tomás Alves (Professores das Escolas que Participam do Projeto EDUCOM-UNICAMP, 1987).

## EVOLUÇÃO DO EDUCOM-UNICAMP

Atualmente estamos trabalhando com somente duas escolas: a EEPSC João XXIII e a EEPSC Tomás Alves. Na EEPSC João XXIII o trabalho é realizado com o 2º grau diurno, sendo três classes da 1ª série (uma do magistério), quatro classes da 2ª série (duas do magistério), três da 3ª série (duas do magistério), duas da 4ª série do magistério; e uma classe da 8ª série onde é desenvolvido o trabalho com a disciplina de Matemática, totalizando cerca de 350 alunos. Seis professores estão envolvidos no projeto sendo dois de Português, dois de Matemática, um de Biologia e um de Física.

Na EEPSC Tomás Alves o projeto está sendo desenvolvido com o 1º e com o 2º grau. No 1º grau estamos trabalhando com seis classes, sendo três classes da 7ª séries (uma do matutino, uma do vespertino e uma do noturno) e três classes da 8ª séries (uma do matutino, uma do vespertino e uma do noturno). No 2º grau a atividade com o computador é considerada extra-classe e tem a finalidade de propiciar aos alunos interessados a chance de poderem trabalhar com o computador. No total, cerca de 180 alunos participam do Projeto. Oito professores estão envolvidos: três de Matemática, um de Português, um de Inglês, um de Ciências, um de Geografia e um de Educação Artística.

Em cada uma destas escolas estão instalados vinte computadores (cinco I7000 Jr. E e quinze MSX) e duas impressoras. Este equipamento está instalado em uma sala que foi adaptada para este fim. Portanto, o modelo que está sendo utilizado é o de um centro de computadores servindo a todas as classes envolvidas no projeto, ao invés dos computadores estarem distribuídos entre as classes envolvidas.

Na EEPSC João XXIII as atividades são curriculares. O trabalho no computador é individual e o uso do computador é voltado para o desenvolvimento de projetos relacionados com os assunto do currículo. Isto faz com que cada aluno utilize o computador, em média, 4 a 6 horas por semana. Além deste período, o aluno pode utilizar o computador extra-classe, segundo a disponibilidade do laboratório. A metodologia de trabalho utilizada na escola durante o período de 1986 a 1988 está descrita no artigo "O Projeto EDUCOM na EEPSC João XXIII, Americana - SP: metodologia de trabalho desenvolvida", elaborado pela professora Odete Sidericoudes (1988a) coordenadora do Projeto na escola.

Na EEPSC Tomás Alves, as atividades passaram a ser curriculares com o 1º grau. Assim, uma ou duas aulas por semana, de cada uma das disciplinas são dedicadas ao trabalho com o computador. O trabalho do aluno no computador é individual, totalizando cerca de 4 a 5 horas por semana. Além deste período, dependendo da disponibilidade do laboratório, o aluno pode utilizar o computador para continuar suas atividades.

Tanto em uma escola quanto na outra o processo de uso do computador pelo aluno é bastante semelhante. Inicialmente, é feita a introdução da linguagem Logo. Para isso, todos os professores envolvidos no Projeto desenvolvem atividades que têm como objetivo o domínio do computador e da linguagem Logo. Essa introdução é feita mediante a realização de projetos que o aluno apresenta, baseados em sugestões que ele encontra nos livros, ou que ele cria, ou mesmo projetos oriundos dos conteúdos curriculares que estão sendo desenvolvidos em sala de aula. Se o aluno não consegue propor os seus próprios projetos o professor propõe algumas sugestões de projetos que o aluno tem a liberdade para aceitá-los, modificá-los e implementá-los de acordo com a sua criatividade. Entretanto, é importante que o projeto exista e que ele esteja bem claro, tanto para o aluno como para o professor. É baseado nessa proposta que o professor terá meios para avaliar a performance do aluno e acompanhar o seu desenvolvimento.

A medida que o aluno adquire um maior grau de familiaridade com o computador e com a linguagem Logo, ele passa a trabalhar com o professor de cada disciplina, desenvolvendo assuntos específicos do currículo. Nesse caso, o professor propõe temas mais amplos, deixando para o aluno a definição e implementação dos detalhes. As atividades computacionais são desenvolvidas individualmente, sendo um aluno por computador. O trabalho em grupo só é encorajado quando necessário, por exemplo, quando o projeto proposto é muito grande para ser desenvolvido por um único aluno.

As atividades que os alunos desenvolvem no ambiente computacional entram na avaliação acadêmica de forma bastante diferenciada. Em algumas disciplinas o trabalho computacional complementa a avaliação realizada com provas ou trabalhos práticos. Em outras disciplinas, todas as atividades são desenvolvidas no computador e, portanto, o trabalho aí realizado constitui a única fonte de avaliação

acadêmica do aluno. Tanto em um caso quanto no outro, a performance do aluno nas atividades computacionais é avaliada segundo o nível de elaboração de projetos e conteúdo utilizado. Para tanto, cada aluno dispõe de um disquete onde todos os programas que ele elabora são gravados, e de uma pasta onde são arquivadas todas as atividades escritas do aluno.

## EXEMPLOS DE ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Como ilustração do tipo de integração das atividades computacionais nas diferentes disciplinas do 1º e 2º graus, serão descritos, brevemente, diversos exemplos de atividades que os alunos desenvolveram.

O primeiro exemplo descreve a integração das atividades computacionais na atividade de Biologia, mais particularmente no assunto de germinação de sementes.

O assunto sobre germinação de sementes é desenvolvido na primeira série do 2º grau e consiste na observação e documentação do processo de germinação de diferentes sementes ao longo de um determinado período. Em paralelo, em sala de aula, são apresentados os aspectos teóricos deste processo.

Durante o ano de 1988 a professora de Biologia, Neyde Ciampone de Souza, da EEPSC João XXIII propôs que as observações sobre a germinação de sementes fossem representadas através de procedimentos definidos em Logo. Esses procedimentos deveriam mostrar as diferentes fases da germinação de uma semente. Assim, foram desenvolvidas três atividades em paralelo:

- a) aulas teóricas sobre o processo de germinação de sementes;
- b) aulas de laboratório, onde cada aluno escolheu um tipo de semente diferente para ser estudada. Esta semente foi colocada para germinar e o aluno observou e documentou diariamente o seu processo de germinação. Essa documentação era feita na forma de medidas dos brotos, folhas, etc., e de um esboço de como a planta estava se desenvolvendo;

c) os dados observados sobre a germinação da semente eram transformados em procedimentos do Logo. Esses procedimentos reproduzem os diversos estados do processo de germinação. A execução desses procedimentos permite a visualização de todo o processo de germinação da semente.

Essas atividades propiciaram a integração das aulas teóricas, de laboratório e de uso do computador. Isso propiciou os meios para o aluno realizar observações práticas e implementá-las no computador. Essa implementação obrigou o aluno a documentar mais precisamente o desenvolvimento da semente. Caso isto não fosse feito, seria muito difícil a representação computacional do estado da semente. Além disso, os procedimentos podem ser vistos como uma outra representação do desenvolvimento da semente. Essa representação é transparente ao tempo, isto é, cada procedimento pode ser executado independentemente do outro. Através de um superprocedimento que controla a ordem de apresentação dos diferentes procedimentos e estabelece o tempo de duração de cada estágio mostrado na tela, é possível acelerar ou retardar o processo de germinação da semente.

Esse trabalho foi desenvolvido como parte dos estudos sobre a criação de micromundos Logo, como parte da pesquisa *Uso de Micromundos Computacionais no Ensino do 2º Grau*, financiada pelo CNPq e realizada por José Armando Valente (Valente, 1990).

A idéia de uso dos procedimento Logo para modelar ou ilustrar processo ou fenômenos em ciência tem sido bastante utilizada pelos professores e alunos. Por exemplo, o uso de procedimentos Logo para ilustrar o fenômeno de ligação iônica, em Química (Miguel, 1988); modelar o fenômeno de fotossíntese e respiração de plantas (Souza, 1988); e modelagem e simulação da velocidade de reações químicas (Miguel, 1991). Mesmo na área de Português o Logo foi utilizado para criar um micromundo com o objetivo de introduzir o conceito de palavras e categorias de palavras para alunos das primeiras séries do 1º grau (Nascimbem, 1990).

Outro tipo de exemplo refere-se ao uso do computador para resolver problemas que envolvem o conteúdo de uma determinada disciplina, por exemplo Matemática. Assim, a disciplina de Desenho Geométrico, atualmente, é desenvolvida totalmente no computador.

O Desenho Geométrico deixou de ser uma disciplina para se tornar uma atividade que visa complementar o tópico de geometria, parte da disciplina de Matemática do 1º grau. Como atividade, ela não tem avaliação e, portanto, a atividade passa a ser extra-curricular. Isso significa que o número de alunos é mínimo, que é difícil para o professor manter os alunos interessados, e que os objetivos da atividade nunca são atingidos. Além desses fatores, as atividades do Desenho Geométrico, em si, são bastante difíceis de serem assimiladas pelo fato de elas imporem algumas limitações como por exemplo, para a resolução dos problemas o aluno deve somente usar uma régua e um compasso.

Diante desse quadro, a professora de Matemática que ministra as atividades de Desenho Geométrico, Ize Zenebra, da EEPSC Tomás Alves resolveu introduzir o Logo como o meio de resolução desse tipo de problemas. Com isso as atividades dessa disciplina passaram a ser totalmente realizadas com o auxílio do computador. O relato dessa experiência está publicado no artigo, *O Ensino da Geometria Plana Através do Computador* (Castanho e Zenebra, 1990).

Essa experiência vitalizou as atividades de Desenho Geométrico. Os alunos mostraram um enorme motivação para a resolução dos problemas e com isso puderam atingir os verdadeiros objetivos da disciplina, ou seja, propiciar condições para o aprendizado de conceitos de Geometria.

Esse mesmo tipo de uso do Logo foi observado no ensino de outros tópicos dentro da Matemática, como o estudo de figuras plana e simetria (Pereira, 1990), estudo de geometria analítica (Sidericoudes, 1988), ensino de geometria plana no currículo da 8ª série (Sidericoudes, 1990) e a introdução de conceitos de Estatística (Ortelli, 1992).

Nas disciplinas de Português e Inglês o uso do Logo segue a mesma abordagem dos exemplos descritos acima. O Logo é usado para desenvolver ilustrações e animações de histórias. O aluno escreve uma história e a ilustração da mesma é realizada com gráficos ou animações produzidas com o Logo (Franchon, 1990); ilustrar conceitos da língua inglesa, por exemplo a ilustração da diferença entre o conceito de "among" e "between", que foram realizados usando cenas construídas através do Logo (Lopes, 1990). Uma outra atividade com a língua inglesa é o uso da capacidade de processamento simbólico do Logo para

implementar procedimentos que conjugam verbos nos diferentes tempos, ou produzem frases da língua inglesa (Lopes, 1990) ou frases da língua portuguesa (Azevedo, 1990 e Azevedo, 1992).

Em Agosto de 1991, o LEGO-Logo foi introduzido nas escolas e passou a ser mais uma atividade integrada ao currículo de Matemática e Ciência. As experiências com LEGO-Logo atualmente em desenvolvimento nas escolas foram apresentadas no Congresso Logo em Petrópolis em 1992 (Sidericoudes, 1992; Oliveira, 1992) e nos capítulos 18 e 19 desse livro se encontram dois artigos relatando, respectivamente, o ensino de Matemática e de Física no 2º grau, realizados através do LEGO-Logo.

## **OUTRAS ATIVIDADES DO EDUCOM-UNICAMP**

À medida que a metodologia de uso com computador está sendo implantada e que o ambiente de aprendizagem Logo está sendo criado nas escolas, esses ambientes passaram a ser usados como laboratórios para a realização de diversas pesquisas, como avaliação de software e hardware educacionais, para a formação de pessoal e para a disseminação dos resultados do trabalho na comunidade.

### **Pesquisas realizadas**

Desde o início do Projeto as atividades desenvolvidas com os professores e alunos têm sido utilizadas como dados para a realização de pesquisas por parte dos docentes e dos pesquisadores do NIED. Assim, o processo de formação dos professores das escolas foi documentado e analisado segundo uma visão fenomenológica, resultando na tese de mestrado "Uso de Computadores em Atividades de Ensino" de Antonio Fernando Gagliardo (Gagliardo, 1985).

A mudança de atitude dos professores da EEPSC Tomás Alves também foi documentada e analisada, dando origem ao artigo "Mudança de Atitude dos Professores: uma realidade?" da pesquisadora Maria das Graças Moreira da Silva (Silva, 1988) e, posteriormente, na sua dissertação

de mestrado "Informática na Educação, Mudança de Atitude dos Professores: uma realidade?" (Silva, 1990).

Os ambientes computacionais das escolas foram utilizados para o desenvolvimento do trabalho de doutorado relativo ao "O Uso do Computador como Ferramenta Auxiliar no Entendimento de Conceitos Computacionais", sendo desenvolvido por Heloisa Vieira da Rocha (Rocha, 1991). Nesse caso, os professores das escolas participaram de uma oficina de trabalho que usou um software cujo objetivo é permitir uma melhor compreensão de conceitos computacionais, como recursão, passagem de variáveis, etc.

Além desses trabalhos de mestrado e doutorado os ambientes computacionais das escolas foram usados para o desenvolvimento de pesquisas financiadas pelo CNPq, como "Estudo das Possíveis Influências de um Ambiente Logo no Processo de Alfabetização numa Escola Pública", desenvolvida por Afira Vianna Ripper (Ripper, 1990); o "Uso de Micromundos Educacionais no Ensino do 2º Grau", desenvolvido por José Armando Valente (Valente, 1990); "Estudo sobre Estilos de Programação-Logo e sua Influência em Resolução de Problemas", desenvolvido por Maria Cecília Calani Baranauskas (Baranauskas, 1990); e "Estudo da Relação Entre Estilo de Programação Logo e Estilo Cognitivo", financiada pelo CNPq, realizada por José Armando Valente, desenvolvida com os professores e alunos da EEPSC João XXIII e cujo relatório deverá estar pronto em meados de 1993.

O projeto LEGO-Logo teve como primeira parte o desenvolvimento de interfaces para a ligação de dispositivos LEGO com o computador. Esse trabalho teve início em 1988 e terminou em 1990. Em 1991 as interfaces e os dispositivos LEGO foram levados às escolas (cada escola recebeu 5 estações LEGO-Logo) e foi dado início à segunda parte do projeto LEGO-Logo, ou seja, o desenvolvimento de uma metodologia de integração das atividades LEGO-Logo com as atividades do currículo de 1º e de 2º graus. Essa segunda parte do projeto ainda está em desenvolvimento e os resultados do trabalho dos professores começam a ser divulgados em forma de artigos e apresentações em seminários, como mencionado acima.

## Pesquisas em andamento

A metodologia LEGO-Logo está sendo desenvolvida pelos professores das duas escolas e está sendo disseminada para outros 5 centros no Brasil: Núcleo de Informática Educativa da Universidade Federal de Alagoas, Escola Técnica Federal de Goiás, Museu Ciência Viva do Rio de Janeiro, CIEd de Mato Grosso do Sul e Laboratório de Estudos Cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Em 1992 foi realizada uma oficina de trabalho com dois representantes da cada uma dessas entidades, e, em meados de 1993, será dado início aos trabalhos com LEGO-Logo em cada uma delas.

Um outro trabalho de doutorado foi o desenvolvimento de uma metodologia para o ensino de Prolog para crianças e o uso dessa metodologia para ensino de assuntos puramente declarativos como história, sociologia, etc., e realizado por Maria Cecília Calani Baranauskas (Baranauskas, 1993). O software desenvolvido deverá ser incorporado ao ambiente Logo do PC e ser usado no ensino de disciplinas declarativas nas escolas que fazem parte do Projeto EDUCOM-UNICAMP.

O desenvolvimento de dispositivos para serem interfaceados ao computador, capazes de atuarem no mundo físico, é uma área que deverá produzir diversos resultados passíveis de aplicação imediata nas escolas. Por exemplo, o desenvolvimento do traçador de gráficos, realizado por João Viegas D'Abreu e descrito no capítulo 17, foi avaliado em uma das escolas. Outra área é o desenvolvimento de interface de sensores como sensores de luz, pressão, temperatura, que poderão ser conectados ao microcomputador e ser usados em experimentos de laboratório de ciências. Com esses dispositivos o computador pode coletar dados diretamente dos experimentos. Uma vez os dados coletados, o aluno pode desenvolver programas para apresentar os dados na forma de gráficos ou outro tipo de representação.

Uma outra atividade que deverá ser incorporada ao Projeto EDUCOM nas escolas é o uso de redes de computadores. No segundo semestre de 1993 será implantado, em cada uma das escolas, um sistema de rede, de modo que as escolas poderão se comunicar, via rede, com o NIED ou com outras escolas ou entidades que desenvolvem atividades de informática aplicada à educação do Brasil ou de outros países. Essas atividades possibilitarão a troca de experiências entre as escolas, tanto de

alunos quanto de professores, auxiliando na formação desses indivíduos e no desenvolvimento de projetos em conjunto com outros alunos e professores em outros centros localizados no Brasil ou em outros países.

## Formação de pessoal

Os ambientes computacionais das escolas têm sido utilizados para a formação de profissionais interessados na área de uso de computadores na educação. Assim, estas escolas foram visitadas pelos participantes do Curso de Especialização em Informática e Educação FORMAR I e do FORMAR II realizados na UNICAMP, respectivamente em Junho de 1987 e Janeiro de 1989. Além dessa visita, os professores das escolas ministraram, nesses dois cursos, palestras sobre as atividades que desenvolvem e a metodologia adotada nas respectivas disciplinas.

Além disso, os professores das escolas continuam participando de oficinas de trabalho, realizadas no NIED, com objetivo de criar a oportunidade para os professores adquirirem uma nova metodologia, como a Oficina LEGO-Logo, realizada em meados de 1989 e em 1991; a Oficina sobre Logo-Tridimensional, realizada em 1989; e a Oficina sobre Programação Simbólica, realizada em 1990. Os pesquisadores do NIED ainda continuam trabalhando com as escolas e procuram, na medida do possível, acompanhar semanalmente os trabalhos desenvolvidos.

Um outro trabalho de formação de pessoal é realizado com os alunos do curso de magistério da EEPSC João XXIII. Esses alunos, em um primeiro instante, realizam atividades sobre o uso do Logo como ferramenta de aprendizado. Em um segundo momento esses alunos participam de um outro projeto relativo ao uso da metodologia Logo com alunos das primeiras séries do 1º grau. O objetivo desse segundo projeto é a formação do aluno-professor, propiciando a aquisição de conhecimentos sobre o processo ensino-aprendizagem. As atividades desenvolvidas pelo aluno-professor, bem como a metodologia usada, está documentada no artigo "Relato de uma Experiência do Uso do Computador no Curso de Magistério", da professora Nilze Maria S. Nascimbem (Nascimbem, 1988 e Nascimbem, 1992)). Esse mesmo trabalho está sendo acompanhado e documentado pela pesquisadora do NIED, Maria Elisabette B.B. Prado, que deverá realizar o seu trabalho de mestrado sob o tema "Formação de Professores: um enfoque reflexivo da

prática educativa" (Prado, 1992) e cujo resumo se encontra no capítulo 6 desse livro.

## Disseminação do EDUCOM-UNICAMP na comunidade

Os resultados do Projeto EDUCOM-UNICAMP têm sido disseminados na rede escolar e na comunidade em geral, através de mostras organizadas pelos próprios professores das escolas. Assim, desde 1988, tem sido realizada mostras que acontecem nos anos pares na EEPSC João XXIII e nos anos ímpares na EEPSC Tomás Alves. Essas mostras são frequentadas pelos alunos das respectivas escolas, por alunos e professores de escolas da região, por administradores e diretores de escolas públicas e privadas e pelos pais dos alunos. Durante o ano letivo as escolas são visitadas por professores e pesquisadores interessados em conhecer, em loco, o funcionamento de um projeto de informática aplicada à educação.

Além disso, os professores e alunos têm mostrado o trabalho em feiras, como a Feira da Informática da Sucesu de 1987 e 1989, e participaram da 1ª Feira de Informática e Educação de Novo Hamburgo em 1990. Os professores das escolas têm, também, participado de praticamente todos os Congressos Logo, como o realizado em Novo Hamburgo em 1986, em Petrópolis em 1988 e em 1992; e Seminário de Informática Educativa, realizados em Maceió (1991).

Outro tipo de disseminação tem ocorrido através da participação dos pesquisadores do NIED e dos professores das escolas em congressos e seminários nacionais e internacionais. Especificamente nos congressos internacionais o EDUCOM-UNICAMP tem sido mencionado através da participação de Heloisa Vieira da Rocha e de Afira Vianna Ripper no 2º Congresso Logo de 1985 em Boston; de Afira Vianna Ripper no 3º Congresso Logo em 1986, em Boston; de José Armando Valente no 5º Congresso de Logo e Ensino de Matemática em 1989, em Israel; de José Armando Valente na 1ª Oficina de Trabalho sobre o Uso do Logo na Escola, em 1989 em Coimbra, Portugal; e de Maria Cecília C. Baranauskas durante sua visita ao Weisman Institute em Israel, em 1990. O EDUCOM-UNICAMP tem sido descrito em publicações internacionais, como na Logo Exchange, revista especializada em publicações sobre o Logo (Valente, 1988 e Valente, 1988a).

Os trabalhos do EDUCOM-UNICAMP têm sido também mencionados em inúmeras revistas, jornais e programas de televisão.

## CONCLUSÃO

A criação de uma metodologia de uso do Logo na escola pública está acontecendo à medida que se desenvolve o Projeto EDUCOM-UNICAMP nas escolas que fazem parte desse projeto. Essa metodologia é fruto do trabalho que os professores realizam com os seus alunos e do acompanhamento que os pesquisadores do NIED fazem junto aos professores.

O fato mais importante do trabalho, com relação à criação de uma metodologia Logo para a escola pública, é que esta metodologia está sendo desenvolvida pelos próprios professores que participam do projeto. Nesse sentido o Projeto EDUCOM-UNICAMP é muito mais um projeto das escolas do que da UNICAMP. Os profissionais do NIED supervisionam as atividades, oferecem cursos de reciclagem e auxiliam os professores a depurarem suas idéias e práticas. Entretanto, o produto do projeto, a metodologia em desenvolvimento e os materiais educacionais, são frutos do trabalho dos professores.

Em segundo lugar, a metodologia Logo tem permitido observar algumas mudanças de atitude tanto do aluno quanto do professor. Efetivamente os alunos participam mais nas atividades da escola. A título de exemplo mencionamos o fato de que os alunos e professores, tanto na EEPSC João XXIII como na EEPSC Tomás Alves participam de mostras e seminários, onde é difícil delinear quem são os verdadeiros especialistas. Nessa situação os alunos assumem responsabilidades e os professores passam a contar com a colaboração dos alunos. Agora, professor e aluno passam a ser pares que estudam, pesquisam, aprendem juntos, e juntos mostram e disseminam os resultados dos respectivos trabalhos. O professor deixa de ter a atitude de dono da verdade e passa a trabalhar com o aluno em um mesmo nível de conhecimento.

Terceiro, a qualidade das atividades computacionais desenvolvidas pelos alunos tiveram um grande avanço. Inicialmente, elas eram restritas ao uso dos comandos do Logo para implementar alguns

desenhos ou desenvolver atividades simples do currículo escolar. Com o passar dos anos, as atividades passaram a ser projetos usando os conteúdos das diferentes disciplinas. Assim, o projeto que aluno desenvolve com a auxílio do Logo passa a ser a atividade que permite ao aluno tomar contato com as idéias poderosas, propostas por Papert (1980). Com isso, o aluno pode exercitar técnicas de resolução de problemas, experienciar o conceito de depuração de idéias, modularidade, além de manusear, de maneira bastante concreta, os conceitos pertinentes ao projeto que desenvolve com o auxílio do computador.

Quarto, durante os 10 anos de funcionamento do Projeto EDUCOM-UNICAMP houve poucas mudanças com relação à proposta original do projeto. A abordagem ainda continua sendo Logo, as escolas são as mesmas, com excessão da EEPSC Carlos Lencastre, e os professores, na sua grande maioria, continuam sendo os mesmos. Isso tem assegurado uma certa continuidade no projeto e permitido a depuração das idéias propostas para o Projeto, a melhoria da relação entre a administração das escolas e o NIED, e um investimento cada vez maior na formação dos professores. Todos esses fatores têm contribuído para a melhora da qualidade do Projeto.

Finalmente, é possível perguntar se os objetivos do Projeto têm sido atingidos. Em grande parte sim. Por outro lado, ainda existe um caminho muito longo a ser percorrido. Por exemplo, a qualidade do ambiente Logo de aprendizado está aquém do ambiente que desejamos. É inquestionável que houve um enorme progresso se comparado com o que existia no início do Projeto, e a tendência é o aprimoramento cada vez maior. Entretanto, pode ser que nunca atinjamos o verdadeiro ambiente Logo descrito nos livros. E isto não é o mais importante. O importante é que estamos desenvolvendo algo em que nossos professores acreditam, algo que é fruto do trabalho deles e que é gerido segundo todas as dificuldades impostas pela rede pública de ensino. Somente assim o computador terá mais chances de entrar na escola pública e de sobreviver como uma alternativa metodológica do processo ensino-aprendizagem.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Azevedo, E. (1992) Logo/Concretismo - feliz união para a poesia concreta. Anais do III Congresso Brasileiro Logo, Petrópolis, p. 85-87.
- Azevedo, E. (1990) Português/Informática — É Possível? Artigo não publicado. NIED-UNICAMP. Artigo apresentado no II Seminário Nacional de Informática Educativa, Maceió, Alagoas.
- Baranauskas, M.C.C. (1993) Criação de Ferramentas para o Ambiente Prolog e o Acesso de Novatos ao Paradigma de Programação em Lógica. Tese de Doutorado. Departamento de Computação e Automação da Faculdade de Engenharia Elétrica, UNICAMP, São Paulo.
- Baranauskas, M.C.C. (1990) Estudo sobre Estilos de Programação Logo e sua Influência em Resolução de Problemas. *Relatório Técnico* enviado ao CNPq e não publicado. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Castanho, E.M.B. e Zenebra, I. (1990) O Ensino de Geometria Plana Através do Computador. *Acesso*, v. 2 n. 3 p. 10-12. FDE, São Paulo.
- Chaves, E. O. C.; Valente, J. A.; Baranauskas, M.C.C.; Silva, H.V.R.C.; Ripper, A.V. e Villalobos, A.M.P. (1983) Projeto EDUCOM: Projeto Original, Publicação Interna, NIED-UNICAMP, Campinas
- Franchon, J.C. (1990) Uso do Logo em Português: ilustração de histórias. Artigo não publicado. NIED-UNICAMP. Artigo apresentado no II Seminário Nacional de Informática Educativa, Maceió, Alagoas.
- Gagliardo, A.F. (1985) O Uso do Computador em Atividades de Ensino. Tese de mestrado não publicada. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Lopes, V.L.A. (1990) A Língua Inglesa e o Computador. *Acesso* v.2 n. 4 p. 12-17. FDE São Paulo.
- Miguel, M.E. (1991) Uso do Logo e Modelagem: Uma Experiência Prática com Velocidade de Reações Químicas. *Acesso* 6 (3) FDE São Paulo.
- Miguel, M.E. (1988) Uso do Logo no Ensino de Química. *NIED MEMO* nº 19. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

- Nascimbem, N.M.S. (1992) Computador no Magistério: uma nova visão de ensino do Português. Anais do III Congresso Brasileiro Logo, Petrópolis, p. 88-89.
- Nascimbem, N.M.S. (1990) Visita à Cidade das Palavras. Artigo não publicado. NIED-UNICAMP. Artigo apresentado no II Seminário Nacional de Informática Educativa em Maceió, Alagoas.
- Nascimbem, N.M.S. (1988) Relato de uma Experiência do Uso do Computador no Curso de Magistério. *NIED MEMO nº 20*. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Oliveira, C. D. (1992) Conceitos de Velocidade e Aceleração Utilizando o Sistema LEGO-Logo. Anais do III Congresso Brasileiro Logo, Petrópolis, p. 95-97.
- Ortelli, V. R. (1992) Nova Abordagem na Introdução da Linguagem Logo. Anais do III Congresso Brasileiro Logo, Petrópolis, p. 93-94.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York. Traduzido para o Português em 1985, como *Logo: Computadores e Educação*. Editora Brasiliense, São Paulo.
- Pereira, M.B. (1990) Estudo das Figuras Geométricas Planas e suas Simetrias na Construção de Ornamentos Decorativos com o Uso do Computador. Artigo não publicado. NIED-UNICAMP. Artigo apresentado no II Seminário Nacional de Informática Educativa, Maceió, Alagoas.
- Prado, M.E.B.B. (1992) Logo na Formação de Professores: um enfoque reflexivo da prática educativa. Anais do III Congresso Brasileiro Logo. Petrópolis, p. 107-109.
- Professores das Escolas que Participam do Projeto EDUCOM-UNICAMP (1987) EDUCOM: a visão do professor. *NIED MEMO nº 3*. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Ripper, A.V. (1990) Estudo das Influências de um Ambiente Logo no Processo de Alfabetização em Escola Pública. *Relatório Técnico* enviado ao CNPq e não publicado. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Rocha, H.V. (1990) Representações Computacionais Auxiliares à Aprendizagem de Conceitos de Programação. *Relatório Técnico* enviado ao CNPq e não publicado. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

- Sidericoudes, O. (1992) Integrando Ambientes Logo Gráfico e LEGO-Logo no Contexto da Trigonometria. Anais do III Congresso Brasileiro Logo, Petrópolis, p. 90-92.
- Sidericoudes, O. (1990) Uma Nova Abordagem no Ensino-Aprendizagem de Geometria. Artigo não publicado. NIED-UNICAMP. Artigo apresentado no II Seminário Nacional de Informática Educativa, Macció, Alagoas.
- Sidericoudes, O. (1988) Utilização do Computador no Ensino de Matemática. *NIED MEMO nº 17* NIED-UNICAMP e *Acesso*, v. 1 n.2 p. 9-11. FDE, São Paulo.
- Sidericoudes, O. (1988a) O Projeto EDUCOM na EEPSC João XXIII, Americana - SP: metodologia de trabalho desenvolvida. *NIED MEMO nº 18*. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Silva, M.G.M. (1990) Informática na Educação, Mudança de Atitude dos Professores: uma realidade? Tese de mestrado não publicada. Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Silva, M.G.M. (1988) Mudança de Atitude dos Professores: uma realidade? *NIED MEMO nº 13*. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Souza, N.C. (1988) O Uso de Logo em Biologia: modismo ou necessidade? *NIED MEMO nº 21*. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- Valente, J.A. (1988) Computers in Education in Brazil. *Logo Exchange* v. 7 n. 1, p. 34-35.
- Valente, J.A. (1988a) Research in Brazil. *Logo Exchange*, v. 7 n. 4, p. 29-30.
- Valente, J.A. (1990) Uso de Micromundos Computacionais no Ensino do 2º Grau. *Relatório Técnico* enviado ao CNPq e não publicado. Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

## CAPÍTULO 6

# LOGO NO CURSO DE MAGISTÉRIO: O CONFLITO ENTRE ABORDAGENS EDUCACIONAIS

Maria Elisabette Brisola Brito Prado\*

### INTRODUÇÃO

O uso de Logo no contexto de formação de professores em cursos de magistério ou de pedagogia possui um caráter especial no desencadeamento reflexivo da prática pedagógica. O fato de a aluna em formação poder vivenciar, concomitantemente, a nova perspectiva educacional Logo e o sistema tradicional da escola, pode ser visto como uma experiência poderosa em termos de instigar mudanças na forma de pensar a educação.

A capacidade reflexiva dos futuros professores tem sido uma meta perseguida por educadores preocupados com o atual estado de precariedade existente no nosso sistema de ensino. Nesse sentido, há uma tendência nos cursos de formação de professores, de se abordar as teorias psicológicas e pedagógicas condizentes com uma visão inovadora de ensino e aprendizagem baseada na perspectiva construtivista.

Nesses cursos, certamente, a aluna em formação pode aprender a dizer o que postula uma determinada teoria e, até mesmo, acreditar em seus princípios. Porém, isto não garante que ela aprenda a pensar e a agir a partir desses pressupostos teóricos. Por exemplo, pode-se aprender que a teoria psicogenética de Piaget admite a construção do conhecimento partindo do que o sujeito assimila na interação com o meio. Outra

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

questão é aprender a pensar e a agir no desencadeamento de uma ação pedagógica que provoque a construção do conhecimento.

Aprender a agir e a pensar uma teoria educacional não é simples. Principalmente, quando a teoria trata de concepções divergentes daquelas vivenciadas usualmente nos sistemas de ensino. O que dificulta essa aprendizagem é a maneira como as teorias são abordadas nos cursos de formação de professores. Segundo Giroux (1987), os programas educacionais tem sido há muito tempo dominados pela orientação behaviorista, que sustenta a fragmentação do conhecimento e, conseqüentemente, a fragmentação do trabalho pedagógico. O mesmo ocorre durante os cursos de formação de professores. Embora esses cursos abordem as teorias de uma pedagogia construtivista, o modo pelo qual elas são ensinadas expressa o paradigma mecanicista que ainda impera na maior parte do nosso sistema de ensino.

Por esta razão, transmitir os princípios que norteiam uma nova prática educativa não basta para que a aluna em formação possa efetivamente aprendê-la. Aprender uma teoria educacional não significa saber repetí-la. É muito mais...é saber interpretá-la, é saber fazer os ajustes necessários às especificidades de cada contexto. Em outras palavras, é saber recriá-la sem destituir o sentido real de seus princípios, ou seja, sem banalizá-la.

Nesta perspectiva, o aprendizado de um novo referencial educacional envolve mudança de mentalidade. E isto não acontece de forma imediata, porque as pessoas não deletam de suas cabeças o que sabem dizer e fazer para colocar novas concepções. Não se muda de paradigma educacional como se muda de vestimenta. Mudanças de valores, concepções, idéias e, conseqüentemente, de atitudes não é um ato mecânico. É um processo reflexivo, depurativo, de reconstrução, que implica em transformação e, transformar significa conhecer.

Segundo Piaget, para a construção de um novo conhecimento o sujeito precisa vivenciar situações onde possa relacionar, comparar, diferenciar e integrar os conhecimentos. Isto implica colocar em ação os processos funcionais de regulações, abstrações e equilíbrio que desenvolvem novas estruturas mentais de assimilação do conhecimento. Portanto, a nova abordagem educacional representa um novo conhecimento a ser construído.

Sob esse ponto de vista, a questão que se apresenta como um grande desafio é: como formar um professor reflexivo, crítico, autônomo, criativo? Ou ainda, como formar um professor na e para uma nova práxis educativa?

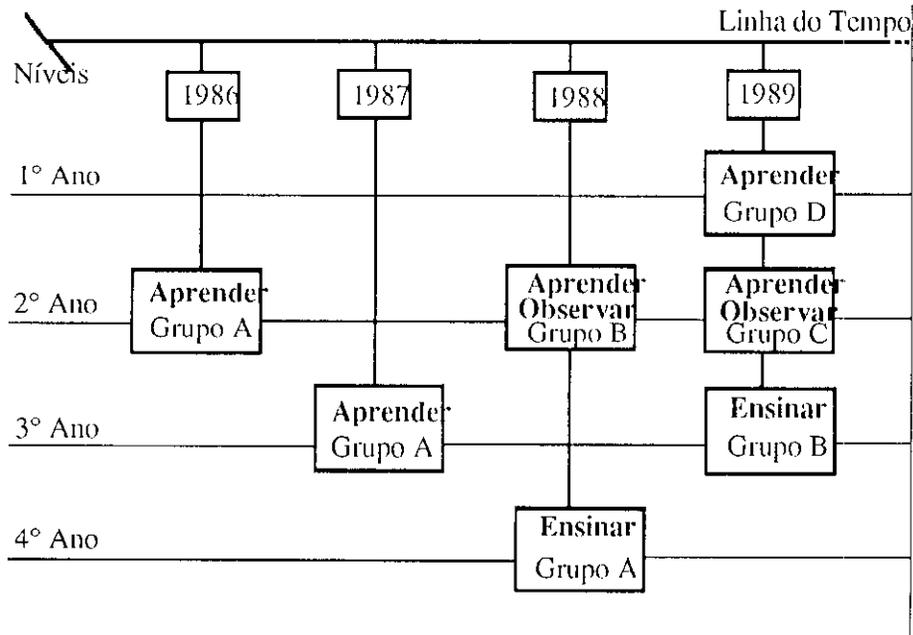
## CONTEXTUALIZAÇÃO DO ESTUDO

Desde 1986, venho acompanhando e analisando a experiência de um projeto que utiliza Logo no curso de magistério. Este projeto se desenvolve na escola EEPSPG "João XXIII" da cidade de Americana, S.P.

O projeto surgiu a partir da manifestação do interesse das alunas do magistério em conhecer e aprender a usar o computador. Desse modo, uma das professoras do magistério que participa do projeto EDUCOM, solidária com as expectativas das alunas, começou a dar os primeiros passos na implementação do Logo no contexto de formação de professores.

O trabalho com Logo dentro do curso de magistério, começou com uma classe do 2º ano, através do aprendizado da linguagem Logo. Esse trabalho, gradativamente, se expandiu e envolveu outras turmas de alunas e outras atividades.

A organização e evolução do projeto no magistério pode ser vista através da linha do tempo que abrange o período de 1986 a 1989. Este período refere-se ao estabelecimento da tríade de atividades [Aprender - Observar - Ensinar] e, conseqüentemente, das implicações dela decorrentes. Por este motivo, embora o projeto ocorra até os dias de hoje, deter-me-ei na análise dos fatos ocorridos entre esses anos. A linha do tempo caracteriza os grupos de alunas envolvidos em seus respectivos níveis e nas atividades desenvolvidas no projeto:



Linha do Tempo

## DESCRIÇÃO DAS ATIVIDADES DA TRIÁDE

A expansão e a dinâmica do projeto no magistério definiu um modelo de aprendizagem baseado na tríade de atividades [Aprender - Observar - Ensinar] com Logo. Entretanto, é preciso deixar claro que essas atividades não foram pré-estabelecidas e impostas pela professora e tampouco pela estrutura da escola. Também, não foram e não são estáticas. Elas foram surgindo e se ajustando pela própria dinâmica do projeto. As especificidades de cada uma das atividades da tríade [Aprender - Observar - Ensinar] com Logo, se apresentam a seguir.

Para facilitar a compreensão do papel desempenhado pela aluna do magistério em cada uma das atividades da tríade [Aprender - Observar - Ensinar], passarei a denominá-las de acordo com o papel específico. Assim, na atividade Aprender as alunas do magistério são referenciadas por alunas-aprendizes, na atividade Observar por alunas-observadoras e na atividade Ensinar por alunas-professoras.

## **Aprender**

Aprender a programar é a atividade que enfatiza o aprendizado da linguagem Logo pelas alunas do magistério. Esta atividade se desenvolve em duas fases. Na primeira fase, a professora do magistério ensina os conceitos básicos do Logo Gráfico como: comandos da Tartaruga, modo de edição, iteração, estruturação de procedimentos e procedimentos com parâmetros, para as alunas-aprendizes.

A segunda fase acontece a partir do segundo ano do projeto, quando as alunas-aprendizes estão mais independentes com a máquina e com os comandos. Nesta fase as alunas-aprendizes desenvolvem projetos computacionais sobre um determinado conteúdo curricular. É uma prática que mostra uma nova característica do aprendizado da linguagem Logo, pois a elaboração de projetos computacionais implica a integração da programação com conteúdos específicos.

As outras duas atividades da tríade - Observar e Ensinar surgem no terceiro ano do projeto, inspiradas pelo modelo de estágios - observação e regência - que, normalmente, faz parte dos cursos de formação de professores.

A atividade Observar está atrelada à atividade Ensinar, isto é, a primeira depende da segunda. Por isso, apresento, antecipadamente, a composição da atividade Ensinar e, em seguida, focalizo a atividade Observar.

## **Ensinar**

Ensinar Logo para a criança é uma atividade, que na visão da professora do magistério, propicia um exercício prático para a aluna do magistério aprender a ensinar Logo. Essa atividade se constitui pela interação da aluna-professora com crianças das primeiras séries do 1º grau dessa mesma escola aprendendo a programação Logo.

Para desenvolver esta atividade as alunas-professoras já estavam suficientemente preparadas, em termos do domínio da linguagem Logo, visto que haviam aprendido a programação nos últimos dois anos. No entanto, elas ainda não sabiam como ensinar Logo a uma criança. Elas

precisavam ser orientadas em relação à metodologia que uma professora deveria usar neste contexto.

Esta orientação sobre a metodologia do professor que ensina Logo, foi dada pela professora do magistério responsável pelo projeto na escola. As alunas-professoras aprenderam, através da transmissão de informações, alguns estereótipos sobre a postura do professor de Logo, como por exemplo: o professor não pode colocar a mão na máquina, o professor deve deixar o aluno descobrir tudo sozinho, entre outros. Além disso, a própria postura da professora do magistério ao atuar no laboratório junto a essas alunas, ofereceu um modelo de como ensinar Logo.

Assim, podemos dizer que esta orientação sobre a metodologia de trabalho que deveria ser adotada pela aluna-professora para interagir com a criança, foi feita tanto de forma explícita - transmissão de regras - quanto de forma implícita - modelo de atuação da professora do magistério.

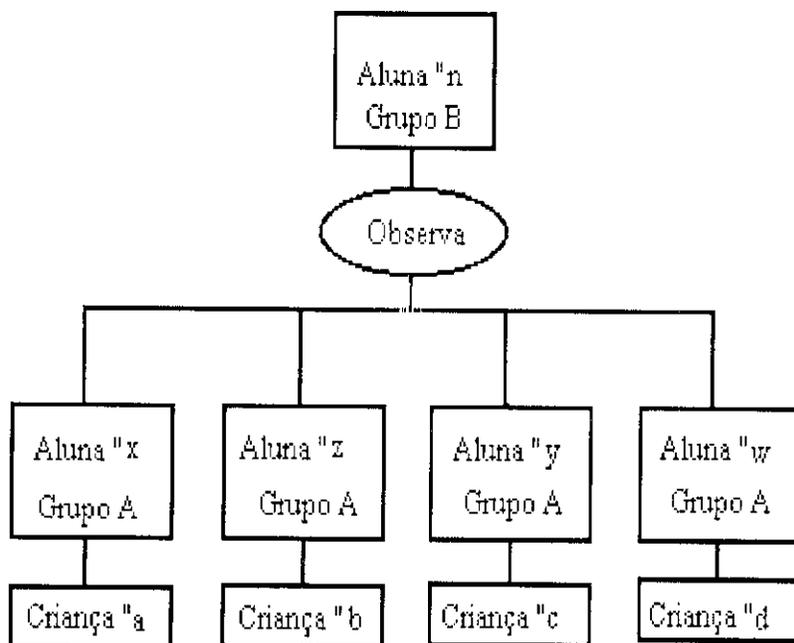
### **Observar**

Observar a interação aluna-professora - computador - criança é uma atividade onde uma aluna do magistério faz a observação de uma outra aluna do magistério de nível subsequente ao seu interagindo com uma criança programando. (ver linha do tempo).

Para desenvolver esta atividade, a aluna-observadora utilizou-se de um roteiro de observação que foi sugerido como um guia e elaborado pela professora do magistério com o apoio de pesquisadores do NIED. Este roteiro aponta para dois focos de observação: a criança e a aluna-professora. O primeiro, enfatiza a interação da criança com o computador quanto ao uso dos comandos, estilos de trabalho e relação com o erro. O segundo foco, trata da interação da aluna-professora com a criança, em termos do tipo de intervenção e da atitude frente ao erro da criança.

A organização da atividade **Observar** foi feita da maneira como como mostra o exemplo:

Uma aluna do grupo B faz quatro observações, distribuídas espessadamente durante dois meses. Observa quatro diferentes alunas-professoras do grupo A trabalhando com quatro diferentes crianças.



O propósito desta atividade é a familiarização das alunas-observadoras com a atividade de Ensinar que desenvolverão nos próximos anos. Ou ainda, é uma forma indireta de prepará-las para a atividade Ensinar.

A constituição das atividades da tríade de aprendizagem, propicia à aluna do magistério, durante o seu processo de formação, assumir distintos papéis: ora como aprendiz, ora como observadora e ora como professora. De forma que, através da vivência na tríade de aprendizagem a aluna do magistério poderá aprender o que é Logo e essencialmente a fazer Logo.

## ALGUMAS IMPLICAÇÕES DAS ATIVIDADES NO PROCESSO DE FORMAÇÃO

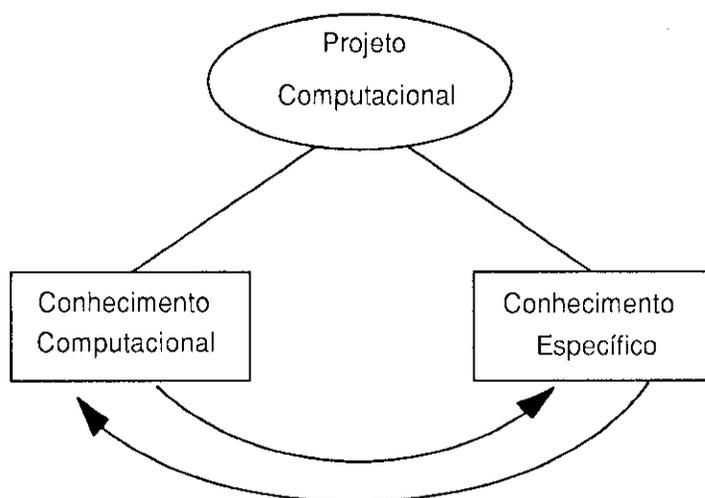
O desenvolvimento das atividades da tríade [Aprender - Observar - Ensinar] com Logo, foi assinalando aspectos importantes na sedimentação de um novo caminho pedagógico. Um caminho entremeado por dúvidas, contradições, questionamentos e conflitos; porém, fértil em termos de propiciar o re-pensar da prática educativa. Cada uma dessas atividades contribui de forma significativa no desencadeamento do processo reflexivo da prática pedagógica. Vejamos, portanto, algumas de suas implicações:

No decorrer da atividade **Aprender** a programar, destacam-se dois aspectos da abordagem pedagógica do Logo: a relação com o erro e a integração de domínios do conhecimento.

A relação com o erro, é um dos primeiros choques com o qual as alunas do magistério se deparam ao programar em Logo. Durante o processo de programar as alunas-aprendizes sentiam medo de errar e ficavam inseguras para explorar os comandos da linguagem. Porém, esse sentimento de desconforto, não é exclusivo das alunas e nem do contexto de magistério. A questão do medo de errar não está diretamente relacionada ao nível ou à área de atuação de uma pessoa. Ela é mais genérica; é reveladora das influências que as concepções presentes no sistema de ensino podem exercer sobre o aluno que futuramente se tornará um profissional. Por esta razão, é comum ver no trabalho inicial de programação, que a primeira reação das pessoas diante do erro é tentar escondê-lo, seja apagando a tela ou mesmo desligando o computador. Mas com essa atitude, as pessoas escondem também os seus acertos, e isto significa, esconder um processo de aprendizagem. É uma atitude que retrata o caráter negativo e punitivo do erro, bem como, a desvalorização do processo de aprendizagem na ação educativa.

No contexto Logo, o erro é visto de forma diferente. Errar faz parte do processo de aprender. É através do erro que decorre a prática da depuração, a qual implica em processos de abstrações que podem promover as conceituações. Depurar envolve um movimento de re-pensar, re-analisar idéias e conceitos...envolve, principalmente, abertura para novas possibilidades e novas compreensões.

O outro aspecto que se destaca na atividade **Aprender** é a integração de domínios, que ocorre durante o processo de fazer um projeto computacional. Esta forma de aprender é característica de um sistema aberto de aprendizagem. Nesse sentido, a programação não se fecha em si mesma; ela serve como meio para que o aluno aprenda os conceitos de um conteúdo específico. Por sua vez, esse conteúdo para ser implementado no computador, torna-se um meio para que o aluno aprenda os conceitos computacionais. Um domínio re-alimenta o outro, e nessa interação eles se integram com vistas a um determinado fim: a implementação do programa computacional.



No processo de realizar um projeto computacional a aluno vivencia uma nova perspectiva de aprendizagem que reflete as idéias do Construcionismo de Papert.

*"...o construcionismo é uma síntese da teoria da psicologia de Piaget e das oportunidades oferecidas pela tecnologia...em atividades nas quais os estudantes trabalham em direção a construção de um todo compreensível de conhecimentos e fatos contextualizados...O fator central do construcionismo é que ele vai além do que usualmente é chamado de cognitivo para incluir o social, o afetivo...e o "hands-on..."(Harel, 1991, p.32)*

Essa prática coloca em evidência certos aspectos educacionais como: aprendizagem significativa, integração de diferentes domínios, abertura favorecendo a liberdade de estilos, a emancipação criativa, entre outros que, distoam totalmente das concepções existentes no sistema da escola.

Na verdade, os dois aspectos - a relação com o erro e a integração de domínios do conhecimento - destacados pela atividade **Aprender** assinalam um novo enfoque educacional centrado na Aprendizagem. Um enfoque que concebe o aluno e o professor como sujeitos ativos e engajados em processos interativos de aprendizagem.

Entretanto, curiosamente, o desenvolvimento da atividade **Observar** distancia-se desse novo enfoque educacional e, acaba retratando uma tendência de apropriar o Logo nos moldes do paradigma mecanicista do sistema de ensino. Isto se manifesta claramente em duas situações:

Uma das situações, se revela na maneira como a atividade **Observar** foi organizada na estrutura do projeto. Podemos ver, na descrição da atividade **Observar**, que a aluna-observadora não tinha condições de acompanhar o processo de interação da aluna-professora com a criança e, tampouco o processo de aprendizagem da criança utilizando a linguagem Logo. Esta organização não permitiu à aluna-observadora olhar, questionar e compreender um contínuo - um processo de aprendizagem. Ela podia apenas flagrar momentos desse contínuo. Por esta razão, a atividade **Observar**, expressa a compartimentalização do objeto de estudo da aluna-observadora. Esta situação traduz a visão fragmentadora do conhecimento e da ação educativa, que ainda impera nos sistemas de ensino.

A primeira vista, essa apropriação do Logo pode nos surpreender. A constatação deste fato em si é pouco, é preciso compreendê-lo também em um contínuo, isto é, no processo de implementação do projeto. Como já foi mencionado, este projeto está sendo construído pelas alunas e uma professora do magistério. Elas estão sendo autoras e executoras pois, o projeto não foi idealizado nem planejado por algum especialista. Portanto, todos os aspectos envolvidos no projeto são novos para a professora, para as alunas e para a própria estrutura do curso. De fato, existem vários e novos objetos de conhecimento como: a linguagem de

programação, a abordagem pedagógica de Logo e o próprio projeto, que tanto as alunas como a professora do magistério estão "aprendendo fazendo".

Segundo Piaget, o fazer e o compreender não acontece ao mesmo tempo "...fazer é compreender em ação uma determinada situação, em grau suficiente para atingir os objetivos propostos, e compreender é conseguir em pensamento dominar as situações, até poder resolver os problemas por ela levantados, em relação ao por quê e ao como das ligações constatadas e, por outro lado, utilizadas na ação" (Piaget, 1978, p. 176). Nesse sentido, para compreender é necessário que o sujeito reconstitua o fazer no pensamento e reflita sobre ele.

No entanto, para as alunas e a professora do magistério, este é o momento do fazer. Possivelmente, com o desencadeamento do processo reflexivo a organização dessa atividade poderá ser depurada. A história do projeto continua além desse capítulo. Por esta razão, devemos olhar para este momento da atividade **Observar** não como um ponto de chegada de uma experiência, mas sim como um dos momentos de uma grande travessia.

Focalizo, agora, à outra situação que também evidencia a apropriação mecanicista do Logo, através do uso do roteiro de observação pelas alunas-observadoras. Os tópicos de observação que constavam do roteiro, foram interpretados pelas alunas-observadoras como perguntas fechadas para serem respondidas fielmente a partir do que era visto naquele momento. De modo que as respostas do roteiro eram descontextualizadas de objetivos educacionais e desvinculadas do processo de aprendizagem. Pela qualidade das respostas, fica claro que algumas atitudes foram eleitas, pelas alunas-observadoras, aprioristicamente, como certas ou erradas. Por exemplo:

é errado:

....a aluna-professora colocar a mão na máquina.

....a criança aproveitar a idéia do colega para fazer o desenho.

é correto:

....a aluna-professora não falar nada e deixar a criança descobrir tudo sozinha.

....a criança ter a idéia pronta do desenho que quer fazer.

A interpretação das alunas-observadoras sobre alguns princípios educacionais que norteiam a prática com Logo, foram traduzidos em regras e normas, que deveriam ser obedecidas. Desse modo, o julgamento racional de atitudes - certas ou erradas - demonstra que a finalidade da observação é a checagem do cumprimento de uma determinada norma. É análogo ao que acontece em quase todos os sistemas de avaliação.

Podemos perceber que existe um sincronismo entre essas duas situações, ou seja, a interpretação e o uso do roteiro de observação encaixa-se perfeitamente na organização da atividade **Observar**. Ambas selam a herança do paradigma mecanicista.

Por outro lado, os fatos demonstrados nessas situações - a observação fragmentada e o caráter de policiamento da avaliação - embora sejam contraditórios para a prática educacional de Logo, na realidade existem. Ignorá-los ou abandoná-los é negar o processo de construção de uma nova abordagem educacional.

Assim, nessa trajetória oscilante entre os aspectos de uma nova prática pedagógica e a tradicional, é que um novo caminho começa a se desvendar através da atividade **Ensinar** Logo para a criança. Na interação da aluna-professora com a criança programando surgem situações novas, nas quais a aluna-professora fica sem compreender *o quê* e *por quê* aquilo está acontecendo e *como* ela deve agir. O conflito surge devido às suas crenças educacionais e devido às atitudes da criança trabalhando com Logo, como mostra a descrição da seguinte situação:

A criança quer desenhar a figura de um quadrado. Na tentativa de deixar a tartaruga orientada 90 graus, ela digita o comando de giro com um determinado valor e olha para a tela esperando ver a tartaruga na orientação desejada.

? pd 30

? pd 10

? pd 10

? pd 20

? pd 20

A aluna-professora anota no caderno da criança e, concomitantemente, vai efetuando a operação da adição com os valores dos ângulos. Quando a criança termina, a aluna-professora, sem dizer nada, salienta o resultado (90) fazendo um círculo vermelho em torno dele:

$$\text{pd } 30 + \text{pd } 10 + \text{pd } 10 + \text{pd } 20 + \text{pd } 20 = \text{pd } 90$$

O aluno, continuando o desenho da figura do quadrado ao dar novamente o valor para o giro do ângulo reto, digita **pd 20** e olha surpreso para a aluna-professora dizendo: "- não ficou reta igual à outra vez !"

A aluna-professora olha para mim, mais surpresa ainda, e diz:

*"-não consigo entender por que o aluno não fez **pd 90** se eu havia mostrado anteriormente o número certo. Eu somei, grifei e ele viu tudo !"*

A atitude da aluna-professora demonstra a nebulosidade que existe na definição do papel do professor no contexto Logo. Este fato, geralmente, ocorre devido ao entendimento deformante dos princípios educacionais norteadores da prática pedagógica.

É uma questão complicada, porque os cursos de formação de professores de magistério e de pedagogia, preparam os futuros professores para efetivamente ensinar. Os sistemas de ensino colocam a ênfase do processo educativo no Ensino. Nesse enfoque, o papel do professor se define claramente em dar instruções ao aluno. É o professor que sabe e diz ao aluno *o quê, como e quando* ele deve aprender; o professor controla o processo de aprendizagem do aluno.

No contexto Logo o papel do professor é diferente <sup>1</sup>; ele passa de instrutor para co-construtor do processo de aprendizagem do aluno. Nesse sentido, o enfoque educacional se desloca do Ensino para a Aprendizagem, que se desenvolve através dos vários e diferentes processos interativos.

Entretanto, na tentativa de definir o papel do professor para o novo enfoque educacional, cria-se um estado nebuloso. Existe uma tendência, que para negar a prática diretivista da instrução acaba radicalizando para um outro extremo, isto é, o espontaneísmo pedagógico. Mudar o enfoque educacional não é simplesmente mudar o método ou a técnica, não é substituir a diretividade pelo espontaneísmo. Essa mudança é mais profunda, envolve mudar concepções e valores e, conseqüentemente é o efeito dessa mudança que possibilita a criação e a re-criação do papel do professor calcado no conhecimento.

A atitude da aluna-professora mostra que ela deixou de instruir a criança através da transmissão verbal, mas desempenhou devidamente o seu Ensino por outro meio, usando a linguagem escrita. No entanto, a criança não estava esperando nenhum ensino, a criança estava ativamente pensando e descrevendo suas idéias, ela estava interagindo com o computador e envolvida no seu próprio processo de aprendizagem. Neste momento do projeto, através da atividade **Ensinar Logo** para a criança é que começa a surgir o descompasso entre a prática tradicional e a nova abordagem Logo.

Surgem manifestações de dúvidas...aparecem indagações que, na verdade, são tentativas para compreender o que é ensinar e o que é aprender, são tentativas que marcam um momento de transição do enfoque educacional. Esse estado de inquietação é expresso pelas alunas-professoras, através de falas como:

*"...o aluno tem dificuldades em acertar o ângulo. Ele aprende geometria, ângulo na classe ? Se não aprende, como ensinar o giro da tartaruga ?..."*

*"...no laboratório é uma coisa: não pode dar nada e na sala de aula é outra: tem que dar tudo...quando estou no computador com*

---

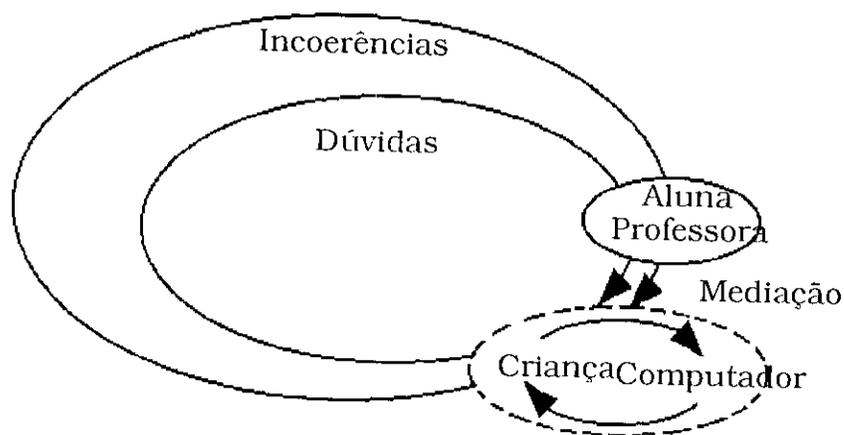
<sup>1</sup>ver capítulo 2 "Por que o Computador na Educação", nesse livro.

*meu aluno eu deixo ele descobrir tudo sozinho. Não falo nada senão ele não aprende..."*

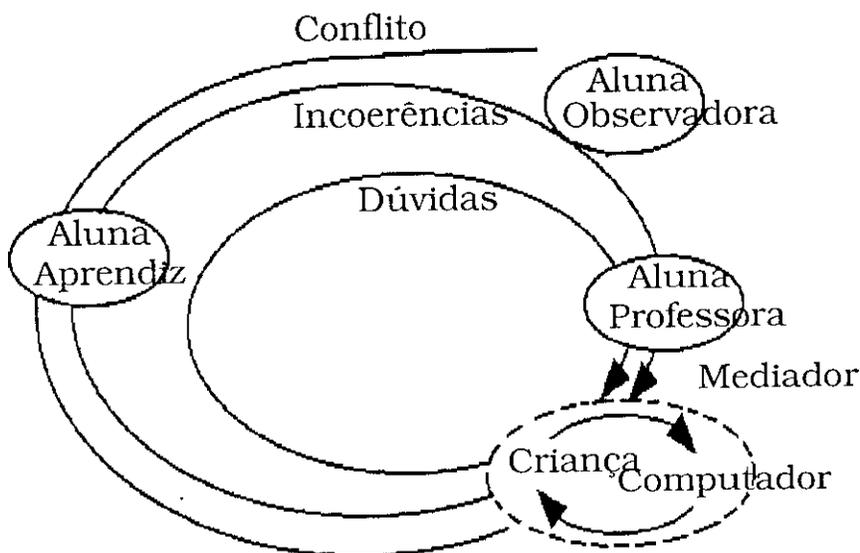
*"...sou meio subversiva, vou falar o que acho errado: não é para passar nada para o aluno, mas eu falo, senão o aluno não sai do quadradinho. Acho um exagero não poder passar... É uma linguagem, duas pessoas e uma máquina. A pessoinha precisa da gente, por que estou aqui ?"*

O estado confuso - as idéias contraditórias - reside em *como* ensinar. Este *como* está desestabilizando-se, porque o momento extrapola a simples aplicação das regras do que é certo ou errado. Quando a aluna-professora interage com a criança programando ela começa a perceber que o certo e o errado não são sempre absolutos. Existe uma relatividade que sutilmente começa a ser percebida mas, saber como tratá-la é uma questão difícil, pois envolve transformações de valores e concepções, envolve construção de um novo conhecimento.

Há, porém, um grande indício de que a atividade **Ensinar Logo** para a criança pode ser um elemento forte no desencadeamento de questões inusitadas. Certamente, outros elementos agem nesse processo mas, o ponto culminante, onde emergem os questionamentos, as angústias, as negações, as incoerências é, sem dúvida, durante a interação aluna-professora — computador — criança. O esquema abaixo ilustra o movimento das interações:



No entanto, esse movimento, muito rapidamente, começa a abranger outras atividades da tríade. Isto significa dizer que se estabelece o processo interativo da vivência da aluna enquanto aprendiz, observadora e professora. Essa dinâmica interativa pode ser representada pelo seguinte esquema:

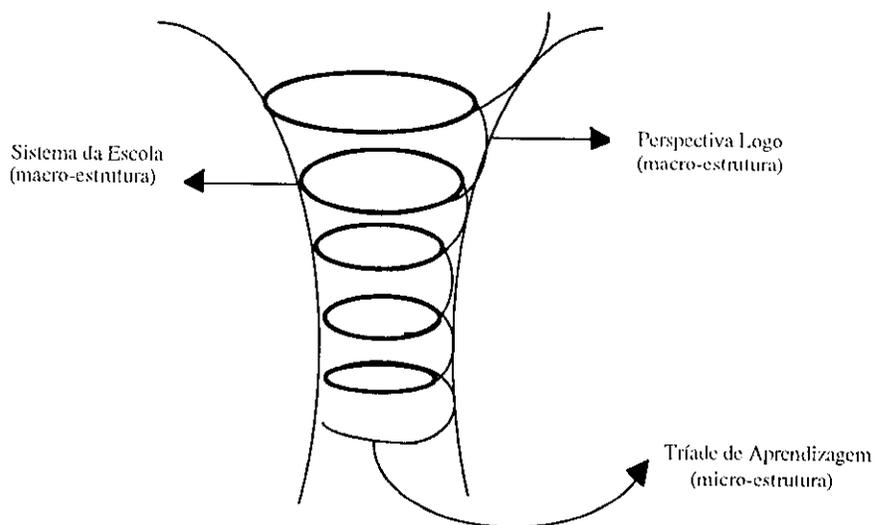


O efeito das interações se manifesta através das contradições, dos conflitos, dos desequilíbrios...E esse estado emerge da atividade **Ensinar Logo** para a criança que, por esta razão, ela pode ser caracterizada como a *porta de entrada do processo reflexivo*.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O processo reflexivo da prática pedagógica, embora possa ser visto nos vários níveis de interações estabelecidas pela tríade de aprendizagem, não é fruto somente do desenvolvimento e do crescimento dessas interações. Esse processo é muito mais profundo. O processo reflexivo é gerado pela inter-relação de vários fatores que se constituem em duas dimensões.

Uma dimensão, que denomino de macro-estrutura, é representada pelos dois paradigmas educacionais divergentes: o sistema da escola, que se apóia em princípios mecanicistas e a abordagem educacional Logo, que concebe o desenvolvimento do sujeito através de processos interativos. A outra dimensão, a micro-estrutura, é representada pelo movimento da tríade de aprendizagem entre os dois paradigmas da macro-estrutura como ilustra o esquema seguir:



Essas duas dimensões - macro e micro-estrutura estão interligadas. Existe um movimento, também a esse nível - de interação e integração - entre os elementos das duas dimensões. Portanto, a dinâmica das dimensões e entre as dimensões é que expressa a *síntese do processo reflexivo*.

Fazer Logo em uma situação de escola pública, onde as concepções e as práticas são antagônicas, evidencia aspectos importantes que envolvem o processo de mudança da prática educativa.

Por um lado, compreendemos que a abordagem educacional Logo é um conhecimento que os alunos e professores estão construindo, ou seja, estão aprendendo através da ação. Nesse processo, existem idas...e

vindas, existem incertezas...conflitos e conquistas. É um processo complexo que demanda tempo, porque implica a ultrapassagem da fronteira entre o conhecido e o novo referencial educativo.

Por outro lado, o antagonismo permite que venha à tona vários elementos coexistentes: o novo e o antigo paradigmas, o necessário e o possível, as amarras individuais e institucionais, que configuram um cenário real de aprendizagem.

Nesse cenário, a aluna em formação poderá aprender a pensar e a agir a nova abordagem pedagógica pois, ela terá condições de fazer relações, comparações, diferenciações e integrações entre os papéis assumidos nas atividades da tríade e, também, entre os valores, concepções e atitudes que constituem cada um dos paradigmas que passam toda a dinâmica do projeto.

No entanto, retomando a pergunta inicial "como formar um professor reflexivo, crítico, criativo e autônomo" este estudo mostra, claramente, que não existe um conjunto de definições de ações pedagógicas, nem um modelo de como formar um professor com essas qualidades. Este estudo mostra, que o Logo no contexto de formação de professores, pode ser um elemento forte no desenvolvimento de mecanismos de construção de uma nova abordagem educacional. Logo possui características especiais, em termos de propiciar a construção dessa nova abordagem na e para a práxis educativa. Com Logo, o sujeito aprende "fazendo" e, nesse fazer, onde os vários e diferentes processos interativos se estabelecem, o sujeito passa a refletir, depurar e reconstruir a sua prática. É um processo constante de buscas de novas possibilidades e novas compreensões. Portanto, formar um professor, significa, em essência, prepará-lo para acolher "...o incerto e o impreciso, centrado no descobrir o sempre novo e transitório..."(Crema, 1989, p. 89). Isto é fundamental pois, o efeito da ação do futuro professor, refletirá nos cidadãos do novo milênio.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Castro, A.D. (1981) O professor na Perspectiva Piagetiana. *Revista do Centro Experimental e Educacional Jean Piaget*. Rio de Janeiro, ano 1 nº 1.
- Crema, R. (1989) *Introdução à visão holística: breve relato de viagem do velho ao novo paradigma*. São Paulo, Summus.
- Freire, P. (1989) O andarilho do óbvio. *Revista Educação Municipal*. São Paulo, Cortez, ano 2, nº 4.
- Geraldil, V. (1991) *Portos de Passagem*. São Paulo. Livraria Martins Fontes Editora Ltda.
- Giroux, H. (1988) *Escola Crítica e Política Cultural*. Tradução: Dagmar M.L. Zibas. São Paulo, Cortez Editora: Autores Associados.
- Harel . (1991) *Children Designers*. Norwood, N.J., Ablex Publishing Corporation.
- Piaget, J. (1977) *A tomada de Consciência*. Tradução: Edson Braga de Souza. São Paulo, Melhoramentos e Editora da Universidade de São Paulo.
- Piaget, J. e outros. (1978) *Fazer e Compreender*. Tradução: Christina L. de Paula Leite. São Paulo, Melhoramentos e Editora da Universidade de São Paulo.
- Piletti, N. (1989) A formação do educador. *Revista Educação Municipal*. São Paulo, Cortez, ano 2, nº 4, 1989.



## CAPÍTULO 7

# FORMAÇÃO DE PROFISSIONAIS NA ÁREA DE INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO

José Armando Valente\*

### INTRODUÇÃO

Dentre os diferentes componentes que contribuem para o desenvolvimento de atividades na área da informática em educação, a formação do profissional capaz de mediar a interação aluno-computador tem sido um componente chave. Essa formação tem recebido muita atenção por parte dos pesquisadores da área. Diversas teses de mestrado e doutorado têm abordado esse tema (Altoé, 1993; Menezes, 1993; Silva Neto, 1992; Mattos, 1992); todos os Centros de Informática Educativa (CIED) têm programas de formação de profissionais na área e as escolas que têm interesse em implantar a informática no processo de ensino-aprendizagem dedicam parte do orçamento para a formação de professores. Isso porque, está ficando cada vez mais claro que sem esse profissional devidamente capacitado o potencial, tanto do aluno quanto do computador, certamente, será sub-utilizado.

Em geral, a capacitação de profissionais na área de informática em educação tem sido realizada através de cursos de pós-graduação (mestrado ou doutorado) ou cursos de sensibilização, extensão, aperfeiçoamento, e especialização (SEXAE). Entretanto, o que tem acontecido é a imposição de uma estrutura de cursos já existente à área de informática em educação. Por exemplo, os cursos de pós-graduação não sofreram nenhuma re-estruturação para acomodar a informática em educação. Entretanto, a informática em educação apresenta certas

---

\*Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

peculiaridades que exigem alguma alteração nesta estrutura e, até mesmo, nas estruturas de cursos do tipo SEXAE.

Nesse capítulo são discutidas as peculiaridades da informática em educação e as respectivas implicações na estrutura dos cursos de capacitação nessa área. Serão apresentados alguns modelos de cursos já existentes e, baseado nesta discussão, serão feitas algumas considerações sobre modelos de cursos de formação em informática em educação.

Antes de iniciarmos essa discussão é importante mencionar que dependendo do paradigma utilizado em informática aplicada à educação, instrucionista ou construcionista, o profissional terá um papel mais ou menos relevante. Por exemplo, no paradigma instrucionista, o computador funciona mais como um suporte ao que acontece em sala de aula. O professor ensina um determinado tópico e, em seguida, o computador pode entrar como suporte ou complementação da atividade de sala de aula, reforçando o que foi visto ou oferecendo condições de reforço de conteúdo através de exercício-e-prática, etc.. Nessa situação o professor não necessita ter uma formação profunda sobre informática em educação. Basta ter conhecimentos sobre rudimentos de como o computador funciona e conhecer o software que está sendo usado. Para tanto o professor necessita ser **treinado** no uso do computador como recurso de suporte ao ensino de sua disciplina.

Já, no paradigma construcionista, como foi mencionado no Capítulo 2, o mediador necessita conhecer sobre a ferramenta computacional (linguagem de programação ou banco de dados), conhecer sobre processos de aprendizagem, ter uma visão dos fatores sociais e afetivos que contribuem para a aprendizagem e conhecer como intervir através do método clínico piagetiano e da ZPD de Vygotsky. Esse conhecimento não é adquirido através de um treinamento. É necessário um processo de **formação**.

Portanto, é necessário fazer uma distinção entre dois termos comumente utilizados indiferenciadamente quando tratamos de capacitação de recursos humanos, mas que definem objetivos e resultados totalmente diferentes: capacitação através de **cursos de treinamento** e capacitação através de **cursos de formação**. A distinção que está sendo sugerida é que o treinamento implica na adição de alguma técnica ou conhecimento à técnica e conhecimento que o profissional já dispõe. Não

implica, necessariamente, em uma mudança de atitude ou de valores de trabalho. Por exemplo, um operador de um tipo de máquina xerox é treinado para operar um tipo de máquina xerox mais sofisticada; ou um professor de matemática pode ser treinado para ensinar equação do 2º grau usando gráficos. No caso da informática em educação o **treinamento** consiste na adição de conhecimentos e técnicas de informática ao que o professor já realiza em sala de aula. Isto pode consistir em colocar um disquete na mão do professor afim de que ele use o computador como máquina de ensinar ou, adquirir uma técnica nova de Logo, como por exemplo, adicionar LECO-Logo ao conhecimento de Logo já existente.

Já, o curso de **formação** deve ter como objetivo uma mudança, ou pelo menos propiciar condições para que haja uma mudança, na maneira do profissional da educação ver a sua prática, entender o processo de ensino-aprendizagem e assumir uma nova postura como educador. É isso que defendemos e esperamos que aconteça com o paradigma construcionista.

Entretanto, o fato de o curso ser de treinamento ou de formação não depende da sua duração. Treinamento ou formação não é uma propriedade intrínseca de um curso de pós-graduação ou de um curso SEXAE. Assim, um curso de pós-graduação, independente da sua duração, pode ser considerado de treinamento ou de formação. O mesmo é válido para os cursos SEXAE. O fato de o curso provocar uma mudança de atitude depende das condições que ele fornece para que isso aconteça. Por exemplo, um curso de formação deve prover situações onde os participantes possam praticar o que aprendem durante o curso, criticar e refletir sobre sua prática, e, baseado na reflexão e no conflitos vividos, depurar sua atitude. Entretanto, não deve ser pretensão do curso a criação de condições para que a mudança ocorra durante o mesmo. Essa mudança pode ocorrer durante ou após o final do curso. O que é importante é que ela eventualmente ocorra.

Por outro lado, a presença do computador no processo de ensino-aprendizagem segundo o paradigma construcionista é tão fundamental que torna a formação de profissionais na área diferente do que acontece com outros cursos de formação. O construcionismo coloca em xeque a postura do professor e requer mudanças profundas na sua postura. Isso faz com que a formação desses professores, nessa nova abordagem

educacional, apresente certas peculiaridades que a torna diferente da formação em outras áreas.

## **PECULIARIDADES NA FORMAÇÃO EM INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO**

A formação em informática em educação apresenta certas peculiaridades que devem estar presentes nos cursos cujo objetivo é formar pessoal nesta área. Primeiro, o uso da informática em educação não significa a soma de informática e educação, mas a integração dessas duas áreas. Para haver integração é necessário que haja domínio dos assuntos que estão sendo integrados. E a informática, para muitos educadores cuja formação é ciências humanas, pode se tornar problemática. Além disto, o domínio da informática implica, entre outras coisas, no domínio do computador. Por outro lado, os aspectos educacionais, psicológicos e sociais para o profissional que conhece somente informática também pode ser muito problemáticos. Segundo, o participante do curso deve vivenciar situações onde a informática é usada como recurso educacional, afim de poder entender o que significa o aprendizado através da informática, qual o seu papel como educador nessa situação, e que metodologia é mais adequada ao seu estilo de trabalho. Somente com esta experiência o profissional terá condições de assumir uma nova postura como educador que utiliza a informática em educação.

Tanto a assimilação de conceitos de informática ou conceitos psico-pedagógicos quanto a mudança de postura, demandam tempo.

A experiência tem mostrado que formar um professor que seja capaz de usar informática como recurso de ensino-aprendizagem, não significa adicionar ao seu conhecimento as técnicas ou conhecimentos de informática. É necessário que o educador domine o computador afim de integrá-lo à sua disciplina. Entretanto, o domínio do computador não ocorre imediatamente. Dependendo do conhecimento desse profissional, a capacidade de dominar o computador pode passar por um processo de formação de conceitos que se assemelha muito à formação do conceito de permanência de objeto que uma criança desenvolve durante os seus primeiros anos de vida (Valente, 1988). Portanto, o curso de formação

deve propiciar as condições necessárias para que o profissional domine o computador — um processo que exige profundas mudanças na maneira do adulto pensar — e que ele se sinta confortável e não ameaçado por essa tecnologia.

Essa é, basicamente, a conclusão dos trabalhos de pesquisa na área de formação de professores para trabalhar em ambientes de aprendizagem baseados no computador. Mattos (1992) e Menezes (1993) concordam que o domínio do computador não ocorre de maneira imediata e sem esse domínio é difícil para o professor se sentir seguro a ponto de provocar a transição da postura de professor tradicional para um professor que saiba tirar proveito do computador como ferramenta auxiliar do processo de construção do conhecimento do aluno.

Para o profissional que conhece informática a situação não é diferente. Ele não deve assumir que a função de educador acontece de maneira natural somente porque ele "gosta de criança". É necessário fornecer a esse profissional a base teórica e prática desta nova metodologia que enfatiza o aprendizado e não o ensino. Nesse caso, o objetivo da formação desse profissional não deve ser a aquisição de técnicas ou metodologias de ensino, mas conhecer profundamente o processo de aprendizagem, como ele acontece e como intervir de maneira efetiva na relação aluno-computador, propiciando ao aluno condições favoráveis para a construção do conhecimento. Para esse profissional, a ênfase do curso deve ser a criação de ambiente de aprendizagem, onde o aluno executa e vivencia uma determinada experiência, ao invés de receber do professor o assunto já mastigado.

A experiência tem mostrado que o profissional das ciências exatas tem muita dificuldade em aceitar estas idéias. Ele, certamente, valoriza muito mais a exatidão e os fatos inquestionáveis, tipo "dois mais dois é igual a quatro", enquanto que as questões emocionais e cognitivas não são tão claras e exatas como ele espera. Educação, emoção, cognição são áreas das ciências mas, um tipo de ciência onde não existe "o certo". Isto requer uma postura de constante questionamento e crítica, que não é muito comum entre os profissionais das ciências exatas. Portanto, o curso de formação para este profissional deve enfatizar a criação de situações onde ele possa adquirir esta postura. Isto deve ser feito através do contato com diferentes teorias sobre processos de aprendizagem e a vivência destas teorias, de modo a poder se tornar um verdadeiro educador, no

sentido prático e teórico do termo, e vivenciar situações conflitantes, onde esse profissional tem que assumir posições nem sempre ideais e com isso começar a perceber que na área da educação as coisas não são totalmente brancas nem totalmente pretas.

Outro fator importante na formação do profissional é a aquisição de conhecimento sobre como usar a tecnologia do computador como ferramenta educacional. O profissional deve estar preparado para: usar a informática com seus alunos, observar as dificuldades do aluno frente a máquina, intervir e auxiliar o aluno a superar suas dificuldades e diagnosticar os potenciais e as deficiências do aluno afim de promover os potenciais e superar as deficiências. Este tipo de experiência só pode ser adquirida com a prática do uso do computador com o aluno. Esse tem sido o objetivo do trabalho desenvolvido com os alunos do magistério, realizado na EEPSPG João XXIII e descrito no Capítulo 6 desse livro. A prática com o computador e o uso do computador no trabalho com alunos cria situações de conflito que levam o aluno-professor a questionar sua postura, refletir sobre sua prática pedagógica, refletir e questionar a prática pedagógica a que está submetido, e a iniciar um processo de mudança de postura como educador, diferente daquela de professor repassador de conhecimento.

Assim, o curso de formação na área de informática em educação deve prover condições para o participante vivenciar estas situações de conflito e, sob a orientação de especialistas no assunto, identificar os pontos mais importantes deste aprendizado e iniciar os primeiros passos na direção da mudança de postura como educador.

Do mesmo modo que o domínio do computador requer tempo, a assimilação dos diferentes conhecimentos e das técnicas que fazem com que a informática seja uma verdadeira ferramenta educacional, requer tempo e espaço para que o participante do curso possa refletir sobre o que ele está fazendo. Isso em todos os níveis, quer seja na elaboração de programas computacionais, no uso do computador com crianças, na leitura ou na elaboração de trabalhos escritos. Um curso que promove o simples fazer sem a reflexão sobre o produto deste fazer, está enfatizando o aspecto de treinamento e não o de formação dos participantes ou seja, a ênfase do curso não é provocar mudanças, mas ser uma maratona, cujo objetivo é a linha de chegada.

Assim, um curso de formação em informática em educação deve prever um espaço para o participante entender e dominar o computador, e propiciar o conhecimento sólido nas áreas de psicologia do desenvolvimento, ciência da educação, ciência da computação, e tecnologia educacional. Com isto o profissional não só está apto a desenvolver atividades de integração de informática em educação como trabalhar em equipes interdisciplinares que desenvolvem software ou sistemas computacionais com finalidade educacional. Estas idéias são mais elaboradas no documento que fornece o embasamento do Curso de Especialização em Informática em Educação do Projeto FORMAR (Ferreira, Valente e Fagundes, 1987).

Embora as considerações feitas tenham uma certa razão lógica, é importante mencionar que nem sempre os cursos podem implantar as atividades e características discutidas. Isso geralmente ocorre por questões financeiras. Por outro lado, na maioria dos cursos que foram realizados, não se tinha uma visão clara dos aspectos aqui mencionados. Muitos cursos nessa área foram montados com base nos cursos de capacitação usados em outras áreas. Somente após a realização de alguns dos cursos de formação na área de informática em educação é que começou-se a tomar consciência que alguns aspectos dos cursos tradicionais de capacitação eram aplicáveis em informática em educação, outros não.

Assim, é importante conhecer alguns desses cursos para podermos entender os aspectos positivos e negativos de cada um deles e com isso ter mais critérios para a elaboração de futuros cursos nessa área.

## TIPOS DE CURSOS EM INFORMÁTICA EM EDUCAÇÃO

A formação de profissionais em informática em educação é uma preocupação de todos os grupos que atuam nesta área. Embora com objetivos diferentes, cada grupo tem o seu curso: alguns procuram formar pessoal para desenvolver atividades de pesquisa, outros para prestação de serviço em sala de aula, e outros, simplesmente, para informar pessoas interessadas na área. Em seguida apresentamos alguns desses cursos. A finalidade não é esgotar todos os tipos de cursos, mas apresentar os que se destacam pela sua estrutura e propósitos.

Assim, são discutidos quatro cursos: curso de formação de profissionais envolvidos no projeto de Informática na Educação Especial da UNICAMP, curso do Projeto FORMAR, curso de formação usado pelo grupo Logo da Universidade de Londres (Hoyles, Noss e Sutherland, 1991), e curso do Laboratório Logo do MIT. Esses cursos serão discutidos e comparados com outros cursos de formação já realizados.

## **Projeto de Informática na Educação Especial - UNICAMP**

Este curso foi realizado na UNICAMP em 1985 como parte da atividade de implantação do projeto de Informática na Educação Especial. Foi realizado conjuntamente por mim e por Ann Berger Valente. Esse curso foi o nosso primeiro contato com a problemática da formação de profissionais em informática em educação.

A nossa intenção era trabalhar com um grupo de bons profissionais na área de educação especial e fornecer a eles um curso rápido (20 horas) de informática de modo que pudessem usar o computador no trabalho com crianças com deficiência física e deficiência auditiva. Certamente, a implantação dessa idéia não foi possível. Um curso de 20 horas não permite a formação de nenhum profissional com a qualidade desejada. Isso nos levou a re-estruturar nossas idéias e a rever o processo de formação. Felizmente, nós estávamos trabalhando com bons profissionais, que entenderam as mudanças de percurso do curso, e tínhamos uma certa liberdade de execução do projeto que possibilitava a re-avaliação dos propósitos iniciais do curso, sem prejuízo da continuidade do mesmo ou da falta de suporte financeiro para o projeto.

Com isso, o curso que, inicialmente, estava previsto para ser de 20 horas, acabou sendo realizado em 1 ano e foram incluídas uma série de atividades, de fundamental importância, para a formação dos profissionais do projeto.

*Objetivo do curso:* formar profissionais da área de educação especial para desenvolver atividades educacionais com o uso do computador com crianças com deficiência física e deficiência auditiva.

*População:* 6 profissionais que já trabalhavam com crianças deficientes físicas ou deficientes auditivas e que desenvolviam suas atividades em duas instituições, uma para deficientes físicos e outra para

deficientes auditivos. Os profissionais foram escolhidos através do seguinte procedimento. Uma vez escolhidas as duas instituições, foi realizada, em cada uma delas, uma palestra para todos os profissionais. Isso tinha o propósito de apresentar o projeto e identificar os profissionais que estavam interessados em participar do projeto. Dentre cerca de 10 profissionais de cada uma das instituições que se interessaram, foi feita, com cada um deles, uma sessão Logo de aproximadamente 30 minutos e, durante esta sessão, houve uma conversa com o profissional sobre a sua performance, dificuldades, interesse em participar do projeto, etc.. Mediante os resultados da performance e da entrevista com os profissionais, foram escolhidos 3 de cada uma das instituições.

*Duração do curso:* 1 ano, sendo que os profissionais dedicavam 20 horas por semana às atividades do projeto e nas 20 horas restantes, continuavam a desenvolver suas atividades nas respectivas instituições.

*Estrutura do curso:* ao longo do ano os profissionais programaram na linguagem Logo, realizaram uma pesquisa bibliográfica com o objetivo de entender melhor a problemática de cada uma das populações de crianças deficientes, e participaram de um seminário semanal de duração de 3 horas onde eram discutidos todos os problemas relativos à experiência que os profissionais estavam vivenciando (dificuldades com o Logo, com a literatura, etc.).

A partir do 4º mês do início do curso os profissionais passaram a usar o Logo com duas crianças deficientes (física ou auditiva, dependendo da especialização do profissional), e começaram a documentar e analisar o trabalho que estava sendo desenvolvido pelas respectivas crianças.

Nos anos subsequentes, continuaram a aprender Logo, usar Logo na sala de aula com crianças deficientes, continuaram a ser orientadas por especialistas da UNICAMP, e elaboraram documentos reportando estudos de casos de uma ou mais crianças com relação ao processo de aprendizado no ambiente Logo criado nas respectivas instituições.

*Discussão:* os pontos positivos do curso foram os seminários; o fato de o profissional trabalhar com as crianças, documentar e analisar o trabalho do aluno; e o tempo de duração do curso, fornecendo as condições para o profissional dominar o computador e assimilar os novos

conhecimentos. O seminário se mostrou de fundamental importância, pois era aí que eram discutidos todos os problemas e acertos realizados, as frustrações e as alegrias e, conjuntamente com os profissionais, eram tomadas decisões de novas direções. Outro fator importante foi o fato de cada profissional trabalhar com duas crianças da respectiva instituição. Esse trabalho era baseado em uma proposta e era documentado em forma de relatório, ambos elaborados semanalmente. Assim, o trabalho desenvolvido com cada criança era documentado e no final da semana elaborado um breve relatório e uma proposta de trabalho para a próxima semana. No seminário, que acontecia às sextas-feiras, esses documentos eram lidos pelos responsáveis pelo curso. Em seguida, eram apresentados e discutidos, com todos os profissionais, os comentários e as sugestões para o trabalho. Essas sugestões eram incorporadas à proposta original, dando origem à proposta de trabalho que efetivamente era implementada na semana seguinte. Essa atividade permitia ter uma visão ampla do que estava acontecendo com cada criança, os profissionais tomavam conhecimento do que se passava com os outros colegas e trocavam experiências, ajudando-se mutuamente.

Os pontos negativos foram a grande expectativa que as nossas intenções originais geraram nos profissionais: era esperado que após algumas horas de experiência no ambiente Logo, eles se transformariam em pesquisadores Logo. Como isso não aconteceu de imediato, o processo de formação foi frustrando os profissionais participantes. Primeiro, a formação era mais prolongada e parecia se prolongar indefinidamente. Segundo, que essa formação não significava adicionar a camada de "verniz da informática" à prática que o profissional realizava. A proposta exigia uma mudança de postura que alguns profissionais estavam preparados para aceitar, enquanto que outros, preferiram voltar para o trabalho original. Esse segundo ponto nos remete para um outro aspecto importante no processo de formação: o fato de o participante do curso ser um ótimo profissional na sua especialidade, não garante que ele vá ser um ótimo profissional na área de informática em educação. Portanto, o processo de seleção não deve só identificar os bons profissionais mas, os que estão buscando novas compreensões sobre sua prática e que estão questionando a postura atual. O difícil dessa tarefa é saber, a priori, quem tem essas qualidades. Elas são fáceis de serem verbalizadas mas, difíceis e dolorosas de serem realizadas. No nosso caso, após 6 meses de curso, dois profissionais abandonaram o curso. Hoje, dois deles continuam envolvidos com o trabalho de pesquisa na área de

informática em educação e um continua usando o computador na sua prática de sala de aula.

## Projeto FORMAR

A disseminação da informática no sistema educacional está sendo realizada segundo uma política adotada pelo Ministério da Educação de criar, em cada estado da federação, um Centro de Informática na Educação (CIEd). Existem, hoje, cerca de 20 CIEds já implantados. O CIEd tem uma média de 30 microcomputadores e os objetivos de: atender estudantes, professores e a comunidade em geral, servir como centro de formação de professores e servir como base para a implantação de outros centros em outras cidades no estado.

A formação de profissionais para usar a informática como recurso educacional nos CIEds foi realizada através do Projeto FORMAR. Este projeto tem como objetivo principal o desenvolvimento de cursos de profissionalização ou especialização na área de informática em educação. O primeiro curso foi realizado na UNICAMP, durante os meses de junho a agosto de 1987, e ministrado por pesquisadores, principalmente, dos projetos EDUCOM<sup>1</sup>. Este curso ficou conhecido como Curso FORMAR I, descrito a seguir. No início de 1989 foi realizado o segundo curso, conhecido como FORMAR II. A estrutura dos cursos são muito semelhantes, apesar dos objetivos específicos serem um tanto quanto diferentes.

*Objetivo:* o FORMAR I tinha como objetivo a formação de professores e técnicos das Secretarias de Educação e professores de 1º e 2º graus da escola pública interessados na implantação de um centro de informática em educação (CIEd).

---

<sup>1</sup>O EDUCOM foi um projeto cujo objetivo era o desenvolvimento de pesquisas e metodologias sobre uso da informática na educação. Era um projeto financiado pelo Ministério da Educação e foi implantado em 1985, em 5 centros, Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal de Minas Gerais, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Universidade Estadual de Campinas, e Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Estes centros trabalhavam com escolas públicas e desenvolviam atividades Logo, programas educacionais tipo courseware, ensino de informática, bem como formação de profissionais para desempenharem estas atividades. Esse Projeto terminou em 1991.

O FORMAR II tinha como objetivo a formação de professores das escolas técnicas federais, professores de educação especial, professores de 1º e 2º graus já realizando atividades de informática, e professores de universidades, para usar o computador como ferramenta educacional nas suas respectivas atividades.

*População:* no FORMAR I participaram 52 professores ou técnicos das Secretarias de Educação, ou professores de 1º e 2º graus de escola pública. Eles foram indicados pelos respectivos secretários de educação de 23 estados da federação.

No FORMAR II participaram 48 profissionais, sendo 24 professores de escolas técnicas federais (indicados pelos respectivos diretores das escolas), 9 profissionais de educação especial (indicados pela Secretaria de Educação Especial do MEC), 6 professores de universidades (indicados pelas universidades), e 9 profissionais de outra entidades como MEC, CIEs, secretarias de educação estadual ou municipal, ou escolas públicas já utilizando atividades de informática em educação (indicados pelo MEC).

*Duração do curso:* tanto o FORMAR I quanto o FORMAR II tiveram duração de 360 horas, distribuídas ao longo de 9 semanas, 45 dias, com 8 horas por dia de atividades.

*Estrutura dos cursos:* os cursos eram constituídos de aulas teóricas, práticas, seminários e conferências. As disciplinas eram as seguintes: Metodologia Logo; Introdução à Informática e Sistemas de Processamento de Dados; Sistemas de Programação; Aprendizagem Assistida por Computador; Impacto da Informática no Indivíduo e na Sociedade e Desenvolvimento de Tópicos Específicos.

Os alunos foram divididos em duas turmas. Enquanto uma turma tinha aula teórica a outra turma realizava aula prática de uso do computador, sendo essa atividade individual. No FORMAR I a distribuição das disciplinas ao longo do curso foi:

1ª e 2ª semanas - Metodologia Logo: programação Logo e aspectos psico-pedagógicos do Logo (tópicos bre Papert, Piaget, Turkle e exemplos de uso do Logo com criança).

3ª semana - Introdução à informática e sistemas de processamento de dados: utilização de aplicativos como: processador de texto e planilhas; arquitetura e funcionamento do computador.

4ª e 5ª semanas - Sistemas de programação: Programação Pascal, fundamentos de programação, algoritmo, estrutura de dados; exemplos de uso da informática na educação (apresentação dos EDUCOMs, vídeo-texto, etc.).

6ª e 7ª semanas - Aprendizagem assistida por computador: desenvolvimento de programas educativos usando sistemas de autor; fundamentos de desenvolvimento de programas educativos e aspectos psico-pedagógicos dos programas educativos (tópicos sobre Piaget e Skinner).

8ª e 9ª semanas - Desenvolvimento de projetos: projetos específicos de programação (listas em Logo, banco de dados, e redes); projeto para implantação de um CIEd no respectivo estado do participante (teoria e prática sobre desenvolvimento de projetos, avaliação de projetos, custo benefício de projetos e elaboração de orçamento).

A disciplina "Impacto da Informática no Indivíduo e na Sociedade" foi desenvolvida através de palestras ao longo do curso.

No FORMAR II a distribuição das disciplinas ao longo do curso foi:

1ª e 2ª semanas - Aprendizagem assistida por computador: desenvolvimento de programas educativos usando sistemas de autor; fundamentos de desenvolvimento de programas educativos e aspectos psico-pedagógicos dos programas educativos (tópicos sobre Piaget e Skinner). Além destes assuntos foram apresentadas algumas noções sobre o funcionamento do computador.

3ª e 4ª semanas - A parte prática consistiu de Sistemas de Processamento de Dados: utilização de aplicativos como: processador de texto, planilhas e banco de dados. A parte teórica consistiu de aspectos sobre cognição, inteligência artificial, apresentação dos EDUCOMs, implicações pedagógicas e sociais do computador na educação.

5<sup>a</sup>, 6<sup>a</sup> e metade da 7<sup>a</sup> semanas - Metodologia Logo: programação Logo e aspectos psico-pedagógicos do Logo (tópicos sobre Papert, Piaget, Turkle e exemplos de uso do Logo com criança).

8<sup>a</sup> e 9<sup>a</sup> semanas - A parte prática consistiu de Sistemas de Programação: Programação Pascal e fundamentos de programação, algoritmo, estrutura de dados. Na parte teórica foram apresentados e discutidos exemplos de uso da informática no 1<sup>a</sup> e 2<sup>a</sup> graus e na educação especial, modelos de formação de recursos humanos e vídeo-texto.

Tanto no FORMAR I quanto no FORMAR II a avaliação dos participantes foi baseado nas atividades desenvolvidas ao longo de cada disciplina do curso. Receberam o certificado de conclusão de curso, os participantes que frequentaram 85% das atividades e que obtiveram grau A, B, ou C em todas as disciplinas.

*Discussão:* o FORMAR I e o FORMAR II apresentaram diversos pontos positivos. Primeiro, propiciou a capacitação de profissionais da educação que nunca tinham tido contato com o computador e que hoje desenvolvem atividades nesta área nos CIEs ou nas respectivas instituições de origem. Esses profissionais, em grande parte, são os responsáveis pela disseminação e a formação de novos profissionais na área de informática em educação. Segundo, o curso propiciou uma visão ampla sobre os diferentes aspectos envolvidos na informática em educação, tanto do ponto de vista computacional quanto pedagógico. Nesse sentido, o curso foi bem balanceado, sendo metade do curso baseado em aulas teóricas e a outra metade em aulas práticas. Terceiro, o curso propiciou aos participantes o contato com diferentes abordagens da informática em educação de modo que ele tivesse condição de escolher, com base na sua própria experiência, a que mais lhe convinha. Quarto, o fato de o curso ter sido ministrado por especialistas da área de, praticamente, todos os centros do Brasil, propiciou o conhecimento do tipo de pesquisa e do trabalho que estava sendo realizado em informática em educação.

Entretanto, o curso apresentou alguns pontos negativos. Primeiro, o curso foi realizado em um local distante do local de trabalho e de residência do participante. Isso significa que os participantes tiveram que interromper, por dois meses, as atividades docentes e deixar a família — o que nem sempre é possível e o mais propício para a sua formação.

Segundo, o curso foi demasiadamente compacto. Com isso tentou-se minimizar o custo de manutenção do profissional no curso e o tempo que ele se afastava do trabalho e da família mas, deixou-se de oferecer o espaço e o tempo necessários para que os participantes assimilassem os diferentes conteúdos, e praticassem com alunos as novas idéias oferecidas pelo curso. Os participantes do curso nunca tiveram a chance de vivenciar o uso dos conhecimentos e técnicas adquiridas e receber orientação quanto à sua performance de educador no ambiente de aprendizado baseado na informática. Terceiro, a grande heterogeneidade da população participante, quer a nível de formação, quer a nível de interesse, fez com que o curso fosse muito difícil para alguns participantes e óbvio para outros.

Por outro lado, certos aspectos do Projeto FORMAR, principalmente currículo e conteúdo, passaram a ser usados como base para outros cursos de formação na área de informática em educação. O material gerado pelo curso e as experiências acumuladas têm sido usadas e depuradas na implantação de outros cursos.

### **Grupo Logo da Universidade de Londres**

Este curso foi desenvolvido pelo grupo Logo do departamento de matemática da Universidade de Londres, liderado pela Profa. Celia Hoyles (Hoyles, Noss e Sutherland, 1991). Dentre os cursos de capacitação ele se destaca pelas condições de mudança que oferece aos participantes. Foi um curso de formação cujos participantes entravam em contato com a informática em educação e, ao mesmo tempo, tinham a chance de praticar as novas idéias em sala de aula. Para tanto, o curso demandava que o participante continuasse a ministrar suas aulas e na sua classe existia um computador que deveria ser usado pelos seus alunos.

*Objetivo do curso:* formar professores de matemática de 5<sup>a</sup> a 8<sup>a</sup> séries (alunos de 11 a 14 anos) para usar o computador na sua disciplina.

*População:* 14 a 20 professores de matemática que atuavam em sala de aula e que estavam interessados em usar o computador no processo de ensino-aprendizagem. Cada um destes professores já dispunha de um microcomputador em sala de aula. Em geral, esses profissionais foram recomendados pelos diretores das escolas onde a

equipe do curso desenvolveria um trabalho de observação e acompanhamento do trabalho do professor em sala de aula.

*Duração do curso:* 1 ano letivo. O curso foi realizado na Universidade de Londres e os participantes, além do curso, continuaram a desenvolver suas atividades sala de aula, aplicando os conhecimentos que estavam sendo adquiridos ao longo do curso.

*Estrutura do curso:* o curso teve 2 etapas. Na primeira etapa era previsto um minicurso de duração de 1 mês que foi realizado na Universidade. Isto aconteceu no período de férias e o participante dedicou-se integralmente ao minicurso. Neste curso ele tomou contato com Logo, banco de dados, planilha e manipulação de gráficos. A segunda etapa consistiu em desenvolver atividades em sala de aula usando as técnicas/metodologias vistas com os alunos, em desenvolver tarefas específicas, como programação de computadores para implementação de projetos, elaboração de um estudo de caso sobre dois alunos da classe, e em participar de atividades que aconteciam na Universidade.

Para as atividades de sala de aula o professor dispunha de 1 microcomputador onde os alunos trabalhavam em duplas. Era feita uma escala de utilização do computador e cada uma das duplas utilizava o computador 2 a 3 vezes por semana. Estas atividades eram acompanhadas pelos membros da equipe da Universidade.

As atividades na Universidade eram divididas em 3 termos:

1º Termo, duração de 9 semanas

Semana 1 - o participante frequentava a Universidade durante 3 dias para desenvolver projetos de Logo e planilha. Durante estes dias era desenvolvida uma proposta de projeto e o participante tinha a chance de discutir os comandos ou técnicas necessárias para o desenvolvimento do mesmo.

Semanas 2 a 9 - o participante frequentava a Universidade 1 vez por semana para desenvolver o projeto e participar de palestras ou seminários onde eram apresentados resultados de pesquisa e discutidos estudos de casos sobre o uso de Logo ou planilha.

## 2º Termo, duração 12 semanas

Semanas 1 a 11 - o participante frequentava a Universidade 1 vez por semana para adquirir novos conhecimentos sobre o Logo, sempre através do desenvolvimento de projetos, e para participar de seminários onde eram discutidos os estudos de casos desenvolvidos por cada um dos participantes.

Semana 12 - o participante frequentava a Universidade durante 5 dias com o objetivo de discutir a idéia de micromundo em Logo. Durante este período os participantes elaboravam propostas de micromundos Logo, cujo conteúdo era relevante ao assunto de matemática desenvolvido em sala de aula.

## 3º Termo, duração 12 semanas

Semanas 1 a 11 - o participante frequentava a Universidade 1 vez por semana para implementa o projeto do micromundo.

Semana 12 - o participante frequentava a Universidade durante 3 dias para apresentação e discussão do que havia sido realizado ao longo do ano.

A avaliação do participante foi baseada em:

- a) competência quanto a programação Logo e uso dos aplicativos. Isto era feito durante os 3 dias da semana 12 do 3º termo;
- b) entrevistas realizadas no final de cada termo, afim de avaliar a postura e a atitude pessoal do participante como professor de matemática;
- c) performance do participante em sala de aula. Durante cada termo eram realizadas visitas às classes do respectivos participantes do curso para observar a sua atuação, a intervenção na atividade computacional dos alunos, como os alunos usavam o computador, e coisas interessantes que o professor utilizava ou fazia.

*Discussão:* Esse foi um curso de formação cuja finalidade foi provocar uma mudança na atitude do professor de matemática. Primeiro, forneceu o tempo necessário para a assimilação da informática e criou o espaço para o professor aprender a usar a tecnologia do computador com

os seus alunos. Além disto os participantes não foram afastados das suas classes. No período em que o professor estava na Universidade, um professor substituto ficava com a classe. Esse substituto era contratado pela escola, como contrapartida para ter o professor no curso de formação. Segundo, os professores estavam em contato com a Universidade, frequentando um ambiente acadêmico, desenvolvendo atividades acadêmicas e recebendo os aspectos teóricos relevantes para a sua formação. Terceiro, o curso era baseado no aprendizado através do desenvolvimento e uso de material (micromundos Logo) pelos alunos em sala de aula. Assim, o professor tinha chance de agir e depurar suas idéias baseado em resultados que eram apresentados pelos alunos.

Algumas das desvantagens do curso são: primeiro, os professores tiveram muita dificuldade em desenvolver micromundos no Logo. O conhecimento da linguagem Logo e da matemática devem ser profundos para que seja possível para o professor desenvolver os micromundos. Segundo, é a dificuldade em multiplicar esse tipo de curso. Ele não pode ser reproduzido em regiões que não dispõem de um centro de excelência em informática em educação para dar o suporte necessário ao seu desenvolvimento. Outro problema sério é o fato de o curso exigir que o participante seja um professor de sala de aula onde já exista um microcomputador.

### **Laboratório Logo do MIT**

O curso de formação em informática em educação desenvolvido pelo Laboratório Logo do MIT foi baseado em uma série de atividades e na existência de um bom material de apoio à formação dos participantes do curso. O grupo do MIT deu muita ênfase à existência de material de apoio aos cursos. Assim, a proposta de curso do MIT foi inserido em um projeto mais amplo que visa a formação de pessoal na área de informática em educação e a produção de material. Este material consistiu de vídeos, exemplos de atividades, material de laboratório, e artigos para serem estudados e discutidos. Para efeito de descrição do modelo é apresentado somente o aspecto do curso em si, não abordando o desenvolvimento de materiais e a avaliação deste material.

*Objetivo do curso:* fornecer condições para professores de 1º e 2º graus se apropriarem tanto da tecnologia computacional como do seu uso

para o desenvolvimento de projetos na área de ciência. Além disto, o curso teve como objetivo fornecer um modelo de "escola do futuro" onde existem diversas atividades sendo desenvolvidas concomitantemente e os alunos desenvolvem somente aquelas que mais lhe interessam. As atividades foram baseadas na resolução de problemas de um determinado domínio ao invés de aulas expositivas.

*População:* 80 professores de 1° e 2° graus de escolas públicas de Boston (Massachusetts), San José (Califórnia), e Hartford (Connecticut). Estes professores, após o curso, deveriam desenvolver atividades semelhantes às do curso em suas respectivas escolas e participar de um projeto de desenvolvimento de um curso e de material para formação de professores.

*Duração do curso:* o curso teve duração de 3 semanas, durante o período de férias escolares, ao longo do mês de julho de 1989. Os professores tinham alojamento pago pelo curso e recebiam uma ajuda de custo para refeição e transporte.

*Estrutura do curso:* ao longo das 3 semanas foram realizadas as seguintes atividades:

- a) 4 horas por dia para uso do computador ou outra tecnologia para implementar projetos de ciência;
- b) 2 horas utilizadas para palestras (3 vezes por semana), leitura, e documentação da experiência vivenciada durante o dia;
- c) 1 hora por dia para discussão dos projetos, experiências individuais, e reflexão sobre as atividades realizadas.

A equipe do MIT responsável pelo curso era formada por professores e pesquisadores, alunos de pós-graduação, técnicos e especialistas em computação, e especialistas em ensino de ciências. Um dia típico do curso poderia ser descrito como:

9 - 10 horas - Todo grupo reunido discutia as atividades previstas para o dia, ou era feita uma palestra por um dos membros da equipe, sobre um tema abordado durante as atividades ou durante as sessões de discussão ou ainda, durante a reflexão do dia anterior.

10 - 12 horas - O grupo era subdividido em grupos menores, de acordo com o interesse de cada participante e disponibilidade de vagas, para realizar atividades que estavam acontecendo simultaneamente.

13 - 15 horas - Continuação do período de atividades ou a realização de uma palestra por um especialista especialmente convidado para abordar um tema relevante para a formação dos professores.

15 - 16 horas - Discussão e reflexão sobre as atividades do dia. O grupo era dividido em 4 subgrupos de 20 participantes e um membro da equipe era responsável por cada subgrupo

Após a reunião de reflexão os responsáveis por cada um dos quatro grupos se reuniam com a equipe do curso e decidiam quais seriam as próximas atividades, atitudes e medidas a serem introduzidas no curso. Isto era apresentado para os participantes no outro dia, na reunião das 9 horas.

As atividades envolviam ou não o uso do computador e consistiam de:

- Logo (geometria da Tartaruga, listas, animação)
- Logo e Música
- Lego-Logo
- Recursão (com ou sem o computador)
- Comportamento dos animais simulados no computador ou implementado através de dispositivos eletromecânicos.
- Uso de barbante para descrição do processo de realização de um nó

Estas atividades tinham a duração de 1 a 4 sessões de 50 minutos e podiam ser repetidas ao longo do curso de acordo com a demanda. Os participantes deveriam:

- desenvolver as atividades que mais lhes interessavam;
- manter um diário das suas idéias, dificuldades, etc;
- desenvolver, ao longo do curso, um projeto relativo ao ensino de ciência, que deveria ser documentado e apresentado no final do curso.

*Discussão:* O modelo de curso do Laboratório Logo do MIT é interessante do ponto de vista de curso já que oferece uma visão muito

ampla sobre o Logo e suas aplicações na área de ciências. Foi um curso que enfatizou muito o fazer e a reflexão sobre o que é feito, tanto na forma de diários dos participantes como na discussão e reflexão sobre as atividades realizadas. Um outro aspecto positivo do curso foi a realização de atividades que não requeriam a presença do computador mas, que enfatizavam a descrição da atividade que o participante desenvolvia. Assim, era possível mostrar a importância da descrição do pensamento como meio de depurá-lo. E isto era feito tanto através da linguagem Logo (quando se programa o computador) quanto através da linguagem natural (na descrição dos nós com barbante).

Este curso é difícil de ser duplicado porque requer uma equipe muito bem preparada que possua um especialista em cada uma das atividades propostas. Além disto é necessário a produção de material capaz de suportar cada uma das atividades. Entretanto, uma vez estas condições satisfeitas, o curso constitui-se em um estimulante ambiente de aprendizagem baseado no Logo.

## DISCUSSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As idéias propostas visam criar condições para uma discussão de tipos de cursos de formação de profissionais na área de informática em educação. Alguns cursos foram apresentados e discutidas as características existentes na informática em educação que tornam o processo de formação nessa área peculiar.

O argumento que está sendo proposto é que o uso do computador segundo o paradigma instrucionista requer que o professor seja treinado para usar um software, mantendo a sua atuação em sala de aula praticamente a mesma. Talvez, essa seja uma das razões pela qual essa abordagem se tornou tão disseminada nos países que utilizam maciçamente o computador na educação. As mudanças são mínimas, tanto a nível de sistema educacional quanto de postura do professor, e, portanto, o custo e os riscos são minimizados. Por outro lado, a educação continua sendo baseada na instrução e os potenciais tanto do computador quanto do aluno sub-utilizados.

Já, o uso do computador segundo o paradigma construcionista requer uma mudança de postura do professor, e uma sólida base sobre psicologia do desenvolvimento e da construção do conhecimento, e sobre aspectos computacionais como linguagens de programação, técnicas de programação, etc. Isso implica que um curso de formação deve ser bem balanceado, no sentido de prover conhecimento tanto na área da psicopedagogia quanto da informática, e oferecer tanto a teoria quanto a chance de praticar as teorias sendo apresentadas.

A parte prática dos cursos de formação em informática em educação, em geral, tendem a ser minimizadas. Mesmo a prática com o computador tende a ser reduzida a um mínimo e, em muito casos, realizadas em duplas que utilizam o mesmo computador. Um outro problema com a parte prática é a pouca chance que os participantes dos cursos têm em usar os conhecimentos adquiridos com alunos. O trabalho com alunos possibilita o surgimento de situações de conflito que causam a reflexão e o questionamento da postura adotada pelo profissional. O uso do computador pelo aluno possibilita a observação da relação aluno-computador e aluno-mediador, outra fonte de situação de conflito. Esses conflitos e a reflexão sobre os mesmos são de fundamental importância no processo de mudança de postura do professor, como mostra a pesquisa de Maria Elisabette Prado, descrita nesse livro. Uma outra maneira de provocar a reflexão é incluir no curso atividades que prevêm a crítica e a reflexão do participante, como ocorreu no curso do Laboratório Logo do MIT.

Entretanto, o ponto importante é que se os participantes do curso não têm a chance de vivenciar essas situações de conflito e refletir sobre sua prática como educador ou aprendiz, a mudança de postura e de abordagem pedagógica ficarão somente a nível da verbalização e nunca da ação.

Assim, uma proposta de curso de formação deve prever o tempo necessário para o aluno assimilar os diferentes conteúdos previstos no curso, criar situações onde ele possa usar as técnicas/metodologias adquiridas (se possível através do trabalho com alunos), e fornecer espaço para a reflexão e discussão dos problemas relativos à experiência que o participante está vivenciando

Felizmente, os cursos de formação atualmente sendo desenvolvidos no país estão cada vez mais conscientes da necessidade de prever as condições favoráveis para provocar a mudança de postura que está sendo proposta. Por exemplo, os cursos atuais têm evitado os problemas de separação do participante da sua docência e da sua família. Com a criação de centros de informática em praticamente todos os estados do Brasil, os cursos, hoje, são regionalizados. Os cursos têm sido, também, divididos em dois ou três módulos, de modo a prever períodos mais curtos, de intensivo contato com a parte teórica/prática do curso e períodos onde o participante, como parte dos requisitos do curso, deve utilizar os conhecimentos adquiridos no desenvolvimento de projetos específicos. Esse tipo de abordagem está sendo usado nas versões atuais do FORMAR que estão sendo desenvolvidos conjuntamente entre as Universidades e as Escolas Técnicas Federais de, respectivamente, Goiás, Alagoas e Sergipe.

A possibilidade de montagem de laboratórios de microcomputadores nas escolas tem facilitado muito a formação de professores, permitindo que essa formação se dê em serviço, como aconteceu na experiência da Universidade de Londres. Por exemplo, os cursos montados no Projeto Gênese na Secretaria Municipal de São Paulo (Menezes, 1993) têm essa característica. Esses cursos foram ministrados para professores de escolas que iriam receber um laboratório de microcomputadores. Os cursos previam uma estrutura onde o professor era formado através de um curso intensivo de 84 horas (sendo 32 horas de teoria e 32 de prática) e a escola dispondendo dos computadores, o professor podia utilizar os conhecimentos no trabalho com seus alunos. Essa experiência era acompanhada por especialistas que auxiliavam o professor a depurar sua prática e que ofereciam cursos de curta duração sobre tópicos que o professor necessitasse. Portanto, a formação acontece em serviço e não é necessário afastar o professor da sala de aula para realizar a sua formação.

Outros exemplos de cursos que possibilitam a formação em serviço são cursos oferecidos pelos CIEs. Esses centros estão localizados próximos às escolas e os professores que se interessam em utilizar os conhecimentos adquiridos com seus alunos, podem usar o laboratório do CIE.

Além dos pontos mencionados nessa discussão, é importante mencionar dois outros aspectos que devem ser relevados na montagem de cursos de formação: o número de participantes e a existência da avaliação dos participantes. A experiência tem mostrado que nenhum desses dois fatores tem sido relevante no sucesso de um curso de formação.

Quanto ao número de participantes, quer seja 6 ou 50, um curso de formação utilizando a abordagem construcionista permite, rapidamente, o conhecimento do estilo e da postura dos participantes. Isso acontece graças ao grau de explicitação do raciocínio que essa abordagem pedagógica propicia. Entretanto, o sucesso do curso depende, em muito, do número de mediadores atuando no laboratório de microcomputadores, do tipo de atividade e do material usados.

A existência de avaliação dos participantes tem sido identificada como um fator de criação de ansiedade nos participantes do curso de formação. Por exemplo, no Projeto FORMAR os participantes foram unânimes em afirmar que a avaliação foi a causa da geração de ansiedade e tensão. Entretanto, no curso do Laboratório Logo do MIT não estava previsto a avaliação dos participantes e, no entanto, foi observado o mesmo grau de ansiedade no grupo. No caso do MIT as causas da ansiedade foram atribuídas à: dificuldade em manter o diário, realização de um projeto final, e atividades em paralelo (os participantes queriam desenvolver todas atividades e o curso não tinha sido montado com esta finalidade).

Parece mais prudente atribuir a ansiedade e a tensão que um curso de formação produz ao fato de o participante estar passando por um processo de mudança, que deve gerar questões tanto de ordem cognitivas quanto emocionais. Essa ansiedade pode se manifestar na produção de qualquer atividade, seja ela um programa de computador, um diário, ou uma prova.

Toda a discussão até o presente momento tem sido desenvolvida com base nos cursos de formação de profissionais para atuarem em situações de uso do computador em sala de aula. Uma outra questão é a formação de profissionais para realizarem pesquisas na área de informática em educação. Os cursos do tipo SEXAE não oferecem condições para o profissional engajar-se em atividades de pesquisa. O

professor para ser capaz de realizar pesquisa na área de informática em educação deve ser formado para tal e isso deve ser feito através de cursos de pós-graduação (Harper, 1993). Esses cursos devem oferecer, além das informações aqui apresentadas, cursos sobre metodologia da pesquisa e prever o desenvolvimento de estudos como prática dos conhecimentos sendo adquiridos no curso, ou seja, aprende-se a fazer pesquisa fazendo pesquisa.

Infelizmente, os cursos de pós-graduação na área da informática em educação são inexistentes no Brasil. Esse tipo de formação deve ser obtido através de cursos que já existem e que não prevêm as idéias aqui discutidas. O objetivos dos cursos de pos-graduação na área de informática em educação devem ser o de criar situações onde o participante pode entrar em contato com diversas atividades que o leve a desenvolver idéias para futuros projetos que serão implementados quer na sua prática docente ou em futuras pesquisas.

A implementação de cursos de formação, tanto a nível de pós-graduação quanto cursos SEXAE, dependem da concatenação de diversos esforços, tanto financeiros quanto pedagógicos. A articulação destes esforços pressupõe a existência de um grande interesse no desenvolvimento da área de informática em educação. Se isto existe, o próximo passo deve ser a discussão dessas idéias pela comunidade, a sua depuração e a implementação das mesmas. A verdade é que a informática em educação não se disseminará se não houver profissionais formados e capazes de explorar o potencial educacional do computador.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Altoó, A. (1993) O Computador na Escola: O Facilitador no Ambiente Logo. Tese de Mestrado. Departamento de Supervisão e Currículo da PUC, São Paulo.
- Ferreira, I. P. L., Valente, J.A. e Fagundes, L. C. (1987) Curso de Especialização em Informática em Educação. Artigo que serve de embasamento do projeto FORMAR. Discutido e aprovado pelos membros do Comitê Assessor de Informática na Educação do Ministério da Educação, posteriormente discutido e alterado pelos demais membros do Comitê e pelos membros do Projeto EDUCOM que colaboram no Curso.

- Harper, D. (1993) Preparing Teachers to Do Logo Research. *Logo Exchange*, v. 11, n. 4, pag. 37-40.
- Hoyles, C.; Noss, R. e Su Sutherland, R. (1991) *Final Report of the Microworlds Project: 1986-1989*. Institute of Education, University of London, Londres
- Mattos, M. I. L., (1992). O computador na Escola Pública - Análise do Processo de Formação de Professores de Segundo Grau no Uso desta Tecnologia. Tese de Doutorado. Instituto de Psicologia da USP, São Paulo.
- Menezes, S. P. (1993) Logo e a Formação de Professores: o Uso Interdisciplinar do Computador na Educação. Tese de Mestrado, Escola de Comunicação e Arte, USP, São Paulo.
- Silva Neto, J. C. (1992) Capacitação de Recursos Humanos em Informática Educativa: uma proposta. Tese de Mestrado, Faculdade de Educação, UFRJ. Rio de Janeiro.
- Valente, A. B. (1988) Como o Computador é Dominado pelo Adulto. *Caderno de Pesquisa* (65): 30-37, maio de 1988.

## CAPÍTULO 8

### USO DO COMPUTADOR EM UMA EXPERIÊNCIA COM CRIANÇAS CARENTES

José Armando Valente\*

#### INTRODUÇÃO

O uso de computadores em educação especial tem permitido o desenvolvimento de uma educação verdadeiramente especial. Através da metodologia Logo de ensino-aprendizagem foi possível criar ambientes de aprendizagem baseados no computador para um grande número de crianças deficientes, como deficientes físicos (Goldenberg, 1979; Weir, Russell e Valente, 1982; Valente 1983; Weir, 1987; Murphy, 1991; Ferraz e Garcia, 1991; Valente, 1991; Valente, 1991; Guerreiro, 1991), deficientes auditivos (Goldenberg, 1979; Battro, 1986; Battro e Denham, 1989; Valente e Gagliardi, 1991; Barrella, 1991), deficientes visuais (Marin, 1991; Gasparetto et al, 1991), autistas (Weir e Emanuel, 1976; Goldenberg, 1979; Weir, 1987), deficientes mentais (Weir, 1981) e crianças com problema de aprendizagem (Weir e Watt, 1981; Weir, 1987). Nesses ambientes essas crianças puderam aprender e se desenvolver intelectualmente graças à metodologia educacional adequada a cada uma dessas populações e a presença do computador, enriquecendo o ambiente de ensino-aprendizagem.

Da mesma maneira que o computador permitiu a criação de um ambiente de aprendizagem adequado e, portanto, de grande impacto na formação desses deficientes, ele tem sido usado com crianças carentes ou "meninos de rua", como são comumente conhecidos.

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

Esse artigo descreve a experiência do projeto "Educação Científica para os Meninos de Rua de Brasília" que utilizou o computador na educação dessas crianças. Inicialmente é feita uma análise da literatura na tentativa de caracterizar a criança carente. Segundo, é apresentado uma breve introdução aos diferentes usos do computador na educação. Terceiro, é descrito o Projeto PROEM (Promoção Educativa do Menor) como uma proposta alternativa de educação dessa população. Quarto, é descrito um exemplo de uso do computador como ferramenta educacional do PROEM. Finalmente, são apresentados quatro casos de alunos ilustrando como o computador foi integrado ao processo educacional dessa população e os benefícios obtidos com a experiência<sup>1</sup>.

O trabalho com a criança carente e a literatura sobre o assunto mostram que essa população é bastante heterogênea, difícil de ser caracterizada e, portanto, o que transparece são aspectos confusos e que existe uma certa incompreensão da problemática da criança carente. Primeiro, o termo "menino de rua" é usado de maneira generalizada para caracterizar a criança carente. Essa generalização é praticada pelas próprias instituições que misturam "crianças em risco" com infratores. O fato de uma criança carente frequentar uma instituição criada para os "meninos de rua" não significa que essa criança "menino ou menina de rua". Ou seja, nem todo carente é "menino ou menina de rua". Entretanto, o fato de uma criança carente ter frequentado tal instituição, estigmatiza-o de modo que ele passa a ser visto como "menino ou menina de rua". Mesmo que ele passe a ser um profissional de extrema valia para a sociedade, o estigma "menino de rua" não permite que a sociedade o trate como um profissional. O segundo tipo de confusão está relacionada com o fato de a criança carente ser visto como uma criança com problema de aprendizado. O fato dele não estar frequentando uma escola regular ou dele estar na rua e não na escola, o caracteriza como sendo uma criança com dificuldade para aprender e, portanto, marginalizada nas atividades acadêmicas. Os casos descritos ilustram que isso não é verdade. Existem os casos de crianças com dificuldades de aprendizagem, porém eles não são regra, muito pelo contrário. Entre os quatro casos escolhidos é possível identificar o talentoso, o que é capaz de delinear um plano para

---

<sup>1</sup> O autor e a Professora Léa da Cruz Fagundes, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foram consultores desse projeto durante o período de 1989 até 1990. Esse trabalho de consultoria foi retomado no início de 1992. Em 1992 contamos também com a consultoria dos Professores Ubiratan D'Ambrósio e Carlos Arguello. Essas consultorias foram patrocinadas pela Organização dos Estados Americanos (OEA).

sair da situação de delinquência que se encontra, e o que viu no trabalho com o Logo, a sua realização profissional. Terceiro, a solução educacional para a criança carente não é a educação especial. Mesmo o processo de avaliação para identificar as dificuldades de ordem cognitiva e afetiva não podem utilizar os instrumentos tradicionais. Essa população exige uma proposta educacional mais criativa, uma educação alternativa, como o exemplo do PROEM, incrementado com tecnologias de ponta, como o computador. Entretanto, o computador não deve ser usado para ensinar o aluno, mas deve ser uma ferramenta para promover aprendizagem: que permita o aluno construir o conhecimento ao invés de absorver fatos através do computador. O presente estudo mostra que grande parte da problemática da educação da criança carente é passível de ser superada quando o ambiente de aprendizado é moldado às necessidades dessas crianças, como é o caso do ambiente de aprendizagem criado no PROEM.

## QUEM É A CRIANÇA CARENTE

O termo "criança carente" abrange uma população de crianças que vai desde as crianças em risco até os infratores. Essas crianças podem ser enquadrados entre as crianças com problemas de aprendizagem por razões de ordem social, emocional e mental. A existência de condições miseráveis no ambiente familiar, escolar e social, aliadas à falta de condições mínimas de nutrição e de saúde podem provocar deficiências de ordem mental, emocional e de aprendizagem. Em geral essas crianças são membros de uma família numerosa, de baixa renda onde tanto o pai quanto a mãe trabalham e os filhos ficam em casa sob a guarda do irmão ou irmã mais velhos ou mesmo numa casa vazia. Uma casa onde não existe água, luz e as paredes são feitas de tábuas de madeira ou papelão. Por falta de condições econômicas essas crianças já nascem subnutridas e o ambiente onde vivem é bastante pobre em possibilidades necessárias ao desenvolvimento das funções mentais básicas. Segundo dados oficiais, no Brasil, cerca de 22% das crianças e adolescentes vivem em famílias com uma renda per capita de cerca de US\$20 por mês. Em 1985 foram estimados, no Brasil, 36 milhões de crianças em situação de carência, sendo 7 milhões de abandonados (São Paulo, Secretaria do Menor, 1990).

O fato de a criança carente ter sido criada num ambiente totalmente deficitário no preparo para a vida acadêmica, aliado à

metodologia inadequada da escola e à má preparação do professor, faz com que mesmo os assuntos básicos sejam inacessíveis a esses alunos. A sala de aula não exige criatividade, falta material de apoio e os professores, muitas vezes, desconhecem a problemática desses alunos, não têm formação completa e de qualidade e são mal remunerados. Essa situação produz dois subprodutos. Primeiro, as crianças abandonam a escola logo no 1º ano de vida escolar. De acordo com dados do Ministério da Educação, de cada 100 crianças que entram no 1º grau (8 anos de ensino básico) somente 13 completam o curso. Portanto, cerca de 4,3 milhões de crianças no Brasil não frequentam a escola (Dimenstein, 1990). Segundo, o aluno adquire o estigma de ser uma criança com problema de aprendizagem. Isso acontece sem que haja uma avaliação dos verdadeiros potenciais dessa criança. A precária condição de vida em que vivem nos leva a acreditar que essas crianças são realmente deficientes porém, é necessário adentrar na problemática dessas crianças e conhecê-las mais profundamente do ponto de vista intelectual.

A maior parte das crianças carentes, ao contrário do que imaginamos, tem família e vive com ambos os pais. Num levantamento feito com crianças carentes na cidade de São Paulo, em 1988, cerca de 88% viviam com a família, sendo 58% com ambos os pais e 30% com um dos pais (Rizzini e Rizzini, 1991).

Esse dado tem levado os pesquisadores a definirem melhor o significado do termo "criança carente". Atualmente é consenso que, entre essas crianças, existem os "meninos ou meninas na rua", que vivem da rua, trabalhando; e "meninos ou meninas de rua", que moram e sobrevivem da rua. No primeiro caso, ainda existe um vínculo com a família, que começa, porém, a se romper. Cada vez mais a criança se envolve com a rua, em atividades ilegais e com droga. Num estudo realizado na Cidade do Rio de Janeiro, 50,5% das crianças estudadas estavam nessa categoria (Rizzini e Rizzini, 1991).

No caso dos "meninos e meninas de rua" não existe mais o vínculo familiar. A criança reside permanentemente nas ruas. No mesmo estudo mencionado, cerca de 14,6% do total de crianças do estudo faziam parte dessa categoria. Dessas crianças, 73% são meninos, 80% admitem estar envolvidas com droga e 60% já foram presas. Entretanto, existem ainda dois outros grupos de crianças que podem ser classificados como grupos extremos: um grupo das "crianças em risco", os que trabalham na rua,

vivem com a família, porém a situação econômica da família pode colocá-los na situação de "meninos ou meninas na rua"; e os "infratores" adolescentes com prática de atos infracionais como o crime ou a contravenção penal.

O fator comum a todos essas crianças é o nível de extrema pobreza em que vivem: famílias com 5 a 8 pessoas, com um salário per capita equivalente a US\$ 20 por mês. A sobrevivência dessa família é possível graças ao complemento salarial conseguido por cada uma das pessoas, seja adulta ou menor. Isto significa, em última instância, que tanto os pais quanto as crianças saem do lar para se dedicar ao trabalho. Entretanto, como observou Vogel e Silva Mello, muitas vezes o trabalho ocorre como uma necessidade; em outros casos, o trabalho surge como uma perspectiva da criança ter "as suas coisas" (Vogel e Silva, 1991). Assim, existem aqueles que optam pelo trabalho na rua visando uma melhoria ou mesmo na busca do mínimo de condições para a sobrevivência. Outros, sentem-se coagidos a trabalhar na rua, devido à situação familiar mas, no fundo não aceitam e se revoltam com essa situação degradante de trabalho.

A idéia de que a criança deve trabalhar e ajudar os pais é muito comum entre as famílias de baixa renda que vivem em áreas rurais. É comum encontrarmos uma criança de 5 anos já participando do trabalho e assumindo responsabilidades, como abrir porteiros para o gado passar, alimentar os animais. Trabalho leve porém, de suma importância para o funcionamento da vida rural. Nessa situação, não existe troca econômica, já que a criança não recebe um salário por esse serviço. Ela dispõe de todo o conforto que a família consegue prover, continua protegida pela família e ainda tem tempo para "viver como criança", ter a sua infância.

Quando essas famílias migram para as áreas urbanas, a idéia de que a criança deve trabalhar, é aplicada à vida na cidade, porém, sem nenhuma adaptação. Na cidade, geralmente, trabalhar significa sair de casa e ter contato com um mundo diferente do ambiente familiar. Esse trabalho é realizado às custas do tempo ou, parte do tempo, que a criança dedica para "viver como criança". A existência do trabalho implica que ela não dispõe mais de tempo para a sua infância ou mesmo de tempo para se dedicar à sua formação escolar. Na verdade, a criança carente é a criança que tem a sua infância traída (Vogel e Silva Mello, 1991).

Antes de discutir as implicações psicológicas e pedagógicas da criança sem infância é necessário mencionar que o trabalho na cidade realmente força a saída do lar. Porém, em alguns casos, isso implica no abandono da família; em outros casos, é perfeitamente possível trabalhar e continuar tendo uma vida em família. Vogel e Silva Mello mencionam os casos de três famílias, todas vindas da região rural para centros urbanos, e com pai e mãe presentes. Na primeira, o filho de dez anos estuda e trabalha como ambulante, contribuindo na renda familiar. Na segunda família, o filho de dezessete anos trabalha coletando papel na rua, estudou até a 5ª série do 1º grau e mantém um relacionamento conflituoso com a família. Na terceira, o filho de doze anos, no princípio ajudou o pai vendendo doces na rua. Com o tempo passou a viver na rua e reconhece que gosta da vida da rua: é viciado em cheirar cola e dorme nos esconderijos. Ele tem mais seis irmãos (quatro meninos e duas meninas) sendo que é o único que tomou esse rumo na vida. Os pais, perplexos e impotentes, assistem a ruína desse filho que "perdeu a cabeça". Os outros irmãos trabalham, estudam e são considerados a esperança da família (Vogel e Silva Mello, 1991).

Esses três casos podem ser considerados semelhantes quando analisados do ponto de vista de história de vida, estrutura e renda familiar. Porém, em cada uma delas a história de vida dos filhos é completamente diferente. Isto mostra que o fato de a criança ser carente não está somente vinculado à situação familiar, mas também ao estilo intelectual e emocional da criança. Esse estilo faz com que uma criança tenha mais propensão para uma vida de aventuras e liberdade, como a vida que a rua oferece; e uma outra prefira a vida em família, com todos os problemas e virtudes que ela impõe.

A criança carente tem consciência de que o trabalho e a escola são as únicas soluções para a saída da rua. Entretanto, a escola concretamente está fora do seu alcance. Grande parte das crianças carentes está matriculada em algum tipo de escola e chegou a frequentar as aulas, ainda que de forma descontínua. Num estudo realizado na cidade de São Paulo, em 1989, cerca de 75% das crianças do estudo afirmaram frequentar a escola (Rizzini e Rizzini, 1991).

Entretanto, a conciliação entre o trabalho e a escola é muito difícil de ser feita e, em muitos casos, o trabalho tem um impacto negativo na sua escolarização: algumas abandonam a escola e as que continuam

estudando sofrem um grande atraso escolar. Num trabalho com meninos e meninas de rua, em São Paulo, Pires (1988) identificou que 41,1% das crianças estavam de 3 a 5 anos atrasados na escola. Esse atraso é relacionado à idade em que a criança começou a trabalhar: dos que ingressaram na vida produtiva entre 7 e 9 anos 45,5% estavam com 3 a 5 anos de atraso; dos que entraram com 13, 14 anos, somente 11,1% tinham o atraso correspondente.

As razões para a defasagem escolar não podem ser atribuídas somente ao fato de a criança trabalhar. Na verdade, a busca dessas razões tem sido assunto de profundo debate entre os estudiosos da área. No Brasil, a questão da defasagem escolar de crianças em estado de miséria ou pobreza tem gerado um grande debate (Carragher e Schliemann, 1983; Patto, 1984; Freitag, 1985; Cagliari, 1985; Moro, 1986; Carragher, Carragher e Shliemann, 1986; Franco de Camargo, 1986; e Leite, 1986) e tem sido explicada em termos de diversas teorias: a teoria dos fatores biológicos (desnutrição e desenvolvimento cerebral) e sócio-econômicos; a teoria da privação cultural, com consequências para o desempenho linguístico-cognitivo e para a formação de estruturas mentais como produto da interação com o meio; e a teoria da inadequação da escola.

A teoria dos fatores biológicos e sócio-econômicos, aponta a situação de pobreza em que vivem essas crianças como a razão para as deficiências intelectuais e o baixo nível de escolarização encontrados na população de crianças carentes. Primeiro, a desnutrição nos primeiros anos de vida, comprovadamente, provoca deficiências gerais de calorias e proteínas, essenciais para o desenvolvimento de cérebro. Isto foi comprovado tanto em estudos com animais quanto com seres humanos (Brozek, 1979). Entretanto, a desnutrição nunca ocorre como efeito isolado, mas em conjunto com outros fatores como: habitação pobre, desorganização familiar, um clima de apatia e ignorância. Todos esses fatores com capacidade de retardar o desenvolvimento intelectual. De fato, em um trabalho envolvendo 92 crianças com 66 a 72 meses de idade, estudadas quanto às condições sócio-culturais (ocupação, renda familiar, escolaridade paterna e materna, paridade, espaçamento e ordem dos filhos e oportunidades culturais); estado nutricional (peso e altura) e desenvolvimento cognitivo (testes de conservação de Piaget) mostrou que tanto o nível sócio-econômico baixo como o estado nutricional progresso afetam a aquisição do conceito de conservação e, portanto, o desempenho escolar (Macedo, 1979).

Entretanto, o baixo nível sócio-econômico não prejudica apenas o desenvolvimento intelectual do sujeito, mas atinge fundamentalmente sua expectativa de controle sobre o ambiente. Essa é a base da teoria da privação cultural. A falta de modelos culturais que estimulem as diversas áreas cognitivas são as razões para o baixo desempenho cognitivo dessas crianças. Nas circunstâncias em que a criança vive, ela tem dificuldade para encontrar em seu ambiente alguma pessoa disponível e preparada para sintonizar com ela, capaz de perceber, estimular e responder aos seus comportamentos. As crianças mostram apatia, irritabilidade e pouco interesse em relação ao ambiente social (Rossetti Ferreira, 1979).

Já, a privação cultural, tem implicações diferentes de acordo com diferentes correntes dentro da psicologia. Uma linha afirma que essa privação provoca uma deficiência linguística, que por sua vez condiciona e molda as formas de pensamento segundo sua lógica e estruturas internas e que se revelam na solução de problemas (Patto, 1973). De fato, as entrevistas com as crianças carentes, mostram um tipo de linguagem onde as sentenças são curtas e erradas e não existem conexões lógicas. Entretanto, para alguns pesquisadores, esse fato não é evidência de uma desvantagem cognitiva, quando comparada com as crianças da classe média. O nível linguístico da criança carente pode ser o indício de que essa criança possui conteúdos linguísticos próprios, deficiências na estruturação lógica do pensamento, impossível de serem estudados através de uma metodologia convencional, como a escolar ou a Piagetiana. Nesse caso, o enfoque do argumento está centrado no fato dessa população ser diferente ao invés de deficiente.

Uma outra linha, a Piagetiana, afirma que a estruturação do pensamento é fruto da ação e interação da criança com o meio. Essa interação permite o desenvolvimento de esquemas mentais, e a linguagem, uma das manifestações da função simbólica, propicia a inteligência representativa. Assim, segundo a teoria de Piaget, as causas dos déficits cognitivos da criança carente se encontram na falta de solicitação do meio no momento adequado de sua evolução. O ambiente oferece estímulo para o desenvolvimento de certos esquemas mentais e mesmo para a construção do real: a criança sabe fazer, tem o conhecimento empírico, entretanto, falta-lhe o conhecimento conceitual. Estudos realizados com 85 crianças faveladas, entre 7 e 14 anos, utilizando os testes Piagetianos (conservação, inclusão de classes, seriação e correspondência termo a termo) adaptados com materiais do dia-a-dia

dessas crianças, confirmaram essa hipótese (Montoya, 1983). Segundo Ramozzi-Chiarottino, isto se origina do fato de "*ninguém 'cobrar' dessas crianças referências às suas representações (tanto as do passado imediato quanto as do passado remoto)... As ações dessas crianças não chegaram a visar ao conhecimento. Se algum dia se interessaram em conhecer alguma coisa, esse interesse atrofiou-se por falta de estímulo*" (Ramozi-Chiarottino, 1984; p. 91). Nesse caso, a ênfase do argumento está na existência de um déficit, entretanto, esse quadro não é irreversível. Dizer que a criança ainda não tem o conhecimento conceitual não significa, segundo esses autores, que a criança é irremediavelmente deficiente, porém está deficiente. Assim, a melhor maneira de caracterizar a deficiência cognitiva é em termos de um atraso, ou seja, se o estímulo for suprido, essas crianças conseguem atingir níveis normais de desenvolvimento. Portanto, cabe à escola prover as condições para a superação do atraso no desenvolvimento dessas crianças.

Além da falta de solicitação do meio, existe um outro fator que é a falta de um modelo bem sucedido do ponto de vista intelectual. Geralmente os pais também apresentam o mesmo atraso no desenvolvimento intelectual, colocando-os numa posição de "fracassados". Esses pais, do ponto de vista cognitivo, têm muito pouco a oferecer e não servem como modelo para os filhos. Aqui, mais uma vez, a escola pode contribuir como fonte de modelos mais bem sucedidos do ponto de vista intelectual.

A teoria da inadequação escolar afirma que o fracasso escolar das crianças desfavorecidas culturalmente, é fruto da escola que não mudou para acomodar as especificidades dessa população de crianças. Portanto, o fracasso escolar não pode ser explicado como função do atraso do desenvolvimento, mas do aparato escolar e dos métodos de estudo, que ainda enfatizam a avaliação das habilidades cognitivas utilizadas nas atividades escolares. Para ilustrar as aberrações que ainda acontecem nas escolas foi realizado um estudo com crianças que frequentam a escola e que trabalham nas feiras livres. As atividades na feira mostram que essas crianças têm conhecimentos de aritmética para operar com os objetos que vendem e com dinheiro. Quando as operações aritméticas são apresentadas na forma escolar, com papel e lápis, tendo o cuidado de utilizar os mesmos números e as mesmas operações aritméticas surgidas e resolvidas em situação de compra e venda na feira, as crianças apresentaram uma performance muito inferior: das crianças que

resolveram corretamente os problemas em 98% dos casos fora da escola, não conseguiam resolver mais do que 37% das operações no estilo escolar (Carragher, Carragher e Schliemann, 1982) As explicações para essa discrepância são, primeiro, a desvinculação da escola com a vida real; segundo, o fato do conhecimento ser contextualizado. O conhecimento não é geral, básico, como a escola afirma, mas é específico, inerente a uma determinada situação. Isso por que o interesse e a reflexão sobre conteúdos específicos certamente influenciam o desempenho das crianças. Assim, é provável que em certas áreas específicas as crianças de rua atinjam um grau de desenvolvimento formal, enquanto que em outras situações estejam aquém da capacidade de conceitualização. De fato, elas são capazes de sobreviver na rua, porém são incapazes de realizar um teste piagetiano com sucesso.

Certamente, nesse debate deve existir verdades em todos os argumentos: porém, nenhum deles, isoladamente, consegue explicar o fracasso escolar da criança carente. O problema é muito mais complexo e estão envolvidos muitos outros fatores, como o estilo cognitivo e emocional de cada indivíduo, aspecto que tem sido sistematicamente negligenciado no debate e que explica as diferenças de comportamento de uma criança entre seus irmãos numa mesma família, como foi mencionado anteriormente.

O ponto que todos concordam é que as crianças carentes têm todas as características para serem consideradas com problemas ou com dificuldades de aprendizagem, conforme a definição apresentada por Hallahan e Kauffman (1982). Existem crianças em que a desnutrição pode ter causado lesões cerebrais imperceptíveis onde o desenvolvimento cognitivo é deficitário causando a dificuldade de aprendizagem; em outros casos o ambiente de vida desfavorável provocou uma aceleração do desenvolvimento em algumas áreas (o talento para sobreviver na rua) e um retardo em outras áreas (incapacidade de resolver um teste piagetiano simples); e finalmente, a escola, como é conhecida hoje, está totalmente despreparada para levar em consideração o interesse e o potencial de cada indivíduo, contribuindo cada vez mais para perpetuar as dificuldades de aprendizagem dessas crianças.

Entretanto, o debate e as razões apresentadas pouco auxiliam na elaboração de um programa educacional para superar as dificuldades de aprendizagem que essas crianças apresentam. A alimentação elimina a

fome mas não recupera a lesão cerebral. Incrementar o ambiente dessas crianças com materiais usados nos estudos piagetianos ou mesmo materiais pedagógicos tradicionais contribuem para a superação de dificuldades conceituais, porém esses conceitos têm pouca relação com o dia-a-dia dessas crianças. Eliminar a escola, também não é solução, já que, com as devidas alterações, ela poderá ter um papel de fundamental importância na vida dessas crianças.

O programa educacional efetivo somente será possível com uma mudança profunda de abordagem de trabalho com essas crianças. Uma mudança que coloca a ênfase na aprendizagem ao invés de colocar na instrução isto é, na construção do conhecimento e não na instrução.

Atualmente, a maioria dos métodos de educação especial propostos, tanto para os deficientes sensoriais, mentais quanto crianças carentes, colocam o controle do ensino totalmente nas mãos do professor. É ele quem determina os testes a serem usados na avaliação, é ele quem seleciona o material instrucional e o conteúdo a ser desenvolvido. O aluno, nessa situação, é mero executor de um roteiro totalmente elaborado pelo professor que tem em mente alguns alunos da sua classe.

Na realidade, cada aluno é um indivíduo e cabe a ele encontrar meios para desenvolver o seu potencial. Qual potencial? Como identificá-lo? Obviamente, a resposta para essas perguntas não devem ser obtidas com as baterias de testes previamente escolhidos pelo professor. Essa atitude contribui somente para a identificação, a priori, de determinadas habilidades específicas. Por outro lado, um programa educacional que tem como linha norteadora a preocupação em obter respostas mais abrangentes para essas perguntas, tem muito mais chance de ser bem sucedido e efetivo.

O trabalho educacional com o aluno deve ocorrer segundo uma abordagem onde o aluno constroa o conhecimento, como fruto de sua ação física e/ou mental, realizada num ambiente apropriado e interessante ao aprendiz. As atividades que o aluno desenvolve devem ser de seu interesse, devem ser ricas em conceitos a serem assimilados. Cabe ao professor manter o ambiente rico e motivador e ser o facilitador do processo de aprendizagem. Nessa situação, ambos, professor e aluno, estão engajados numa atividade de aprendizagem. O professor tenta entender o aluno e a atividade que este propõe, e o aluno realiza

atividades cujo objetivo é o manuseio dos conceitos envolvidos nas mesmas. Entretanto, para que o aprendizado realmente aconteça não é suficiente somente a realização da atividade pelo aluno. Como Piaget mostrou, é necessário que o aluno tome consciência do conhecimento envolvido na atividade realizada (Piaget, 1977). Cabe ao professor criar condições para que haja esta tomada de consciência, como por exemplo levar o aluno a fazer uma reflexão sobre o que foi realizado de modo que o aluno possa identificar e tomar consciência do conhecimento envolvido na atividade.

Certamente as técnicas tradicionais de educação especial, como análise de tarefas e diagnósticos-remediação (Haring e Bateman, 1977) são componentes essenciais dessa abordagem. Entretanto, as modificações e os objetivos do uso destas técnicas são diferentes. Nessa nova abordagem o objetivo da análise de tarefas não é identificar sub-habilidades para serem apresentadas sequencialmente ao aprendiz; e o diagnóstico não é feito a partir de uma situação artificial que o professor impõe. Primeiro, a atividade é proposta pelo aprendiz e é algo que ele deseja realizar. O papel do professor é ajudar a selecionar uma atividade que seja interessante e motivadora para o aprendiz. Nesta situação o professor deve analisar a atividade proposta e entender os conceitos e o grau de dificuldade que estão envolvidos. Segundo, o diagnóstico da capacidade intelectual do aprendiz é feito com base na atividade que ele propõe. Baseado no que o aprendiz realiza e no que consiste a atividade, o professor tem condições de identificar se a atividade está além ou aquém da capacidade do aluno. Se está além, o professor deve ser capaz de propor reduções de modo a fazer com que a atividade seja exequível, porém mantendo as características motivadoras da mesma. Se a atividade está aquém, o professor deve introduzir características de modo a elevar o nível de dificuldade desta atividade, porém sem torná-la desmotivante.

Realizar todas estas atividades sem nenhum suporte material ou intelectual é exigir demais dos professores. Portanto, primeiro, é necessário que o professor conheça o processo de desenvolvimento do conhecimento de modo a ser capaz de facilitar este processo. Segundo, o professor deve conhecer como se processa a aprendizagem e redefinir o seu papel, ou seja, deixar de ser o detentor e repassador de conhecimento. Deve ser capaz de deixar o controle do processo de aprendizado nas mãos do aluno, ser capaz de identificar e conviver com sua ignorância em alguns domínios do conhecimento, e se colocar num nível de parceria

com os alunos de modo a serem colaboradores no processo de aprendizagem. Terceiro, o material educacional que deve ser disseminado no ambiente de aprendizado deve ser flexível no sentido de ser motivador e interessante para um grande número de aprendizes. Se o professor tiver que identificar uma coleção de atividades para atender ao interesse de cada um dos seus alunos, esta coleção será enorme e não existem condições de, a priori, identificar quais são os materiais que devem fazer parte desta coleção. O computador pode ser o recurso educacional que satisfaz esta exigência. Neste sentido, a metodologia Logo de aprendizado tem o computador como esta ferramenta versátil para acomodar os diferentes interesses e capacidades intelectuais dos seus usuários.

A metodologia Logo de ensino-aprendizagem tem sido utilizada numa ampla gama de atividades diferentes áreas do conhecimento e com diferentes populações de crianças. Assim, temos utilizado Logo com crianças que não conhecem letras, palavras, ou números — e, portanto, a atividade Logo passa a fazer parte do processo de alfabetização. Temos mostrado que é possível utilizar Logo para implementar jogos e desenvolver atividades na área de Matemática, Física, Biologia e Português (Valente e Valente, 1988). Essa metodologia foi utilizada no processo educacional das crianças que frequentam a Escola do Parque da Cidade - Promoção Educativa do Menor (PROEM) em Brasília.

## O PROEM

O projeto PROEM (Promoção Educativa do Menor)<sup>2</sup> é ligado ao sistema público de ensino do Distrito Federal e foi elaborado na década de 80 com o objetivo de dar assistência às crianças carentes que passaram a frequentar as ruas da cidade de Brasília, DF. Todas as crianças são oriundas de famílias pobres que residem nas cidades que se formaram na periferia de Brasília: cidades da região geopolítica do Distrito Federal, distantes no mínimo 30 quilômetros do centro de Brasília. Essas crianças passaram a frequentar Brasília por ser uma cidade maior e oferecer mais oportunidades de trabalho e de educação. Entretanto, a vida em Brasília

---

<sup>2</sup> Agradeço à Diretora do PROEM, Professora Rute Fernandes de Carvalho, pela possibilidade de realizar esse trabalho e facilitar a coleta de dados para esse relato.

exige a conciliação de local e horário de estudo e de trabalho, bem como traslado entre as cidades que habitam e a cidade de Brasília. Diante dessas dificuldades o aspecto econômico advindo do trabalho passa a ter precedência sobre o estudo e até mesmo sobre a família; e a vida na cidade grande certamente é mais interessante do que a vida nas cidades periféricas. Com isso a criança vai cada vez mais se afastando da família e da escola e se estabelecendo como um "menino ou menina de rua" da cidade de Brasília. Assim o PROEM foi criado para servir como um centro de apoio a essas crianças e oferecer condições para que cada uma delas possa redirecionar o seu futuro.

O PROEM, com base nos princípios da Escola Aberta, tem uma proposta inédita do ponto de vista pedagógico — é voltado para o ensino individualizado, com atendimento diversificado de acordo com as necessidades de cada aluno. O conteúdo é adaptado à realidade do PROEM e tem como parâmetro o conteúdo programático da Fundação Educacional e voltado para a preparação para o trabalho. A proposta pedagógica é baseada no construtivismo piagetiano que acredita que o conhecimento é construído pelo próprio aluno como fruto da vivência em situações dentro e fora da escola. Esta base pedagógica é bastante coerente com o processo de aprendizado que a criança utiliza para conseguir sobreviver na rua. Nessa situação ela jamais é diretamente ensinada: tudo que aprende é fruto da sua própria vivência na rua.

A idéia do PROEM está materializada na Escola do Parque da Cidade, localizada no setor educacional da cidade de Brasília. Essa escola é destinada ao atendimento de crianças de 10 a 18 anos, consideradas carentes, que trabalham ou que têm necessidade de trabalhar e que abandonaram, ou nunca frequentaram, a escola regular: crianças defasadas em idade/série e com dois, três e até quatro anos de repetência escolar.

A Escola oferece um programa de ensino básico de 1ª a 8ª séries, divididas em 4 grupos: grupo I correspondente às 1ª e 2ª séries, enfatizando os aspectos de leitura/escrita e cálculo simples; grupo II correspondente às 3ª e 4ª séries, onde são introduzidas noções de Língua Portuguesa, Matemática, Ciências, Estudos Sociais e Artes; grupo III e grupo IV correspondem, respectivamente, às 5ª e 6ª séries, e às 7ª e 8ª séries onde são aprofundados os assuntos de cada uma das disciplinas já mencionadas. O objetivo dessa divisão é permitir ao aluno cumprir os 8

anos de ensino básico em somente 4 anos. Isso é possível pelo fato do aluno permanecer na escola tempo integral, ou seja, das 7:45 horas às 19:00 horas (alguns alunos têm carga parcial, dependendo das necessidades de trabalho e, obviamente, a duração do curso será maior).

O ingresso do aluno na escola pode ocorrer em qualquer período do ano letivo. Os horários das atividades são bastante flexíveis de modo que o aluno possa escolher horários de estudo compatíveis com o seu trabalho fora da escola. Portanto, a escola deve ser vista como uma verdadeira Escola Aberta, onde atividades acontecem num "continuum" sempre disponível para receber o aluno. Ele pode alterar o seu horário várias vezes ao longo do ano: o aluno pode perder o emprego ou ser empregado após o início do período letivo, ou não querer estudar por um determinado tempo e voltar à escola numa outra condição acadêmica.

Frequentam o PROEM cerca de 174 alunos de 10 a 18 anos de idade (matrículas em Agosto de 1992), distribuídos em grupos sendo 37 no grupo I, 53 no grupo II, 41 no grupo III e 43 no grupo IV. A distribuição dos alunos por faixa etária em cada grupo é mostrada no quadro abaixo:

IDADE	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
GRUPOS										TOTAL
I	1	6	11	5	4	4	5	1	-	37
II	1	6	15	5	8	10	4	4	-	53
III	-	2	8	5	5	8	7	4	2	41
IV	-	-	3	1	7	14	9	6	3	43
TOTAL	2	14	37	16	24	36	25	15	5	174

Esses dados mostram que não existe uma correspondência entre faixa etária e nível de escolaridade, pois existem alunos com mais de 15 anos no Grupo I e alunos de 12 e 13 anos no Grupo IV.

Quanto ao aspecto sócio-econômico, sexo e desempenho acadêmico, a população de alunos do PROEM pode ser caracterizada como:

- 100% dos alunos são considerados crianças carentes (renda familiar mensal igual ou inferior a dois salários mínimos - equivalente a US\$100).
- 15% dos alunos são do sexo feminino.
- 14 meninos e 3 meninas trabalham no mercado formal de trabalho.
- 5 meninos trabalham no mercado informal.
- 100% dos alunos têm vínculo familiar.
- 2 meninos são considerados infratores ou em liberdade assistida.
- 30% dos alunos apresentam dificuldades de aprendizagem, segundo a avaliação da escola.
- 20% dos alunos apresentam problemas de ordem emocional.

Os dados sócio-econômicos são coletados pela direção e pelos assistentes sociais do PROEM, através de entrevistas com os pais ou responsáveis pelos alunos. Essas entrevistas ocorrem no início de cada ano, durante o processo de matrícula dos alunos na escola.

Os dados sobre dificuldades de aprendizagem ou distúrbios emocionais dos alunos são levantados a medida que os professores notam algum problema em sala de aula. Se o aluno apresentar dificuldade de ordem psicomotora ou na área de linguagem, ele será encaminhado para atendimento na própria escola de Reeducação Psicomotora ou Fonoaudiológica. Já, nos distúrbios emocionais, o aluno é encaminhado para o Centro de Orientação Médico-Psico-Pedagógico ligado às Fundações: Educacional, Social e Hospitalar onde é realizado o diagnóstico por psicólogos, pedagogos e médicos (quando necessário), e os dados são passados à escola através de relatórios de avaliação. O diagnóstico é baseado em dados pessoais (informados por um dos pais

ou responsável pelo aluno), entrevista com o aluno, anamnese (por um dos pais ou responsável pelo aluno), avaliação de psicomotricidade (usando Bender, Frostig e Pick/Vayer), avaliação pedagógica (nível de linguagem, descrição de cenas, montagem de quebra-cabeça, reconhecimento de cores e figuras geométricas, nomeação de partes do corpo, orientação espacial, realização de operações aritméticas, e discriminação visual e auditiva) e avaliação da personalidade (baseado em entrevista com o aluno).

Quanto aos alunos incursores na prática de atos infracionais e em liberdade assistida, o PROEM mantém um acordo com a polícia que estabelece a escola como sendo o território do aluno. Enquanto o aluno está na escola ele não pode ser preso ou admoestado pela polícia. Do mesmo modo, se o aluno cometeu alguma infração e foi preso fora da escola, ele deve cumprir as exigências policiais, e se colocado em liberdade assistida, a escola se responsabiliza pela frequência do aluno e pela obediência das exigências policiais. Isso significa que o PROEM não assume uma posição paternalista no trato com os alunos e nem de suporte ao aparato policial.

Cerca de 32 professores atuam na escola, sendo 6 de Português, 4 de Matemática, 1 de Inglês, 2 de Ciências, 3 de História e Geografia, 3 de Educação Artística, 3 de Educação Física, 3 professores responsáveis por terapias fonoaudiológicas, assistência social e condições de vida e de trabalho, 3 professores responsáveis pela informática, 1 coordenadora pedagógica e 2 funcionários administrativos. Os alunos contam com atendimento médico e dentário, através do convênio entre Fundação Hospitalar e Fundação Educacional de Brasília.

A idéia de implantar um projeto de uso de computadores nas atividades da escola teve por objetivo despertar e manter o interesse do aluno pela aprendizagem e propiciar as condições para a aquisição de habilidades voltadas para a profissionalização. Assim, o projeto: "Educação Científica para os Meninos de Rua de Brasília" foi implantado na escola em 1989.

## PROJETO "EDUCAÇÃO CIENTÍFICA PARA OS MENINOS DE RUA DE BRASÍLIA"

A proposta do projeto foi elaborada por uma equipe de educadores e profissionais da área computacional, e de professores de universidades governamentais que colaboraram como consultores<sup>3</sup>. O objetivo do projeto foi o de *"utilizar a tecnologia de informática para despertar e manter interesse do menino de rua pela aprendizagem e para prover-lhe qualificação profissional"* (Souza et al, 1988, p. 8). Especificamente o projeto deveria formar professores da escola para utilizar o computador com seus respectivos alunos; produzir software necessário para desenvolver atividades computacionais; utilizar os recursos computacionais nas disciplinas de Matemática, Ciência; estender a utilização do computador para outras disciplinas, como língua portuguesa, ciências sociais e artes; e preparar os alunos para usar o computador como um apoio na realização de atividades profissionais.

A base pedagógica do projeto segue a linha construtivista do PROEM. Isto significa que o computador deve ser usado como uma ferramenta ao invés de máquina de ensinar. Assim, foi escolhido a metodologia Logo e os aplicativos como os primeiros software para serem utilizados com os alunos.

A implantação do projeto aconteceu em três fases: a montagem de um laboratório de microcomputadores, a formação dos professores e, em seguida, a integração das atividades computacionais em praticamente todas as disciplinas da escola.

---

<sup>3</sup> O "Projeto de Administração Direta: Educação Científica para os Meninos de Rua de Brasília" foi elaborado por: Clelia Maria de Souza (Ministério da Educação, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - MEC/CAPES), Eda Coutinho Barbosa (MEC/CAPES), Elaine Maria (Serviço de Processamento de Dados - SERPRO), Kilda Lopes da Silva (PROEM), Maria da Clória Noronha Serpa (Fundação Educacional do Distrito Federal - FEDF), Maria Terezinha Galhardo de Castro (MEC/CAPES), Nancy Maria Brom (PROEM), Nilton José Camargo (SERPRO), Osmar Nina Garcia (FEIDF), Selene Dias Brasil de Araújo (PROEM) e Vera Lúcia Moraes Carletti (MEC/CAPES). Os consultores para a elaboração do projeto foram: Afira Vianna Ripper (Universidade Estadual de Campinas), Antonio Picarelli (MEC/Secretaria de Informática) e Léa da Cruz Fagundes (Universidade Federal do Rio Grande do Sul).

## **Montagem do laboratório de microcomputadores**

Uma sala da escola foi escolhida para servir como o laboratório de microcomputadores. Assim, foram adquiridos 10 microcomputadores MSX, 5 microcomputadores PCxt e 4 impressoras, todos instalados numa sala de 5 por 10 metros. Esse laboratório é usado tanto pelos alunos para o desenvolvimento de atividades acadêmicas, como para curso de formação de professores, podendo ainda ser utilizado pelos professores para preparação de atividades a serem utilizadas em classe.

## **Formação dos professores**

A formação dos professores da escola foi realizada através de um curso de 180 horas, dividido em 10 módulos de 18 horas cada. Nesse curso participaram 17 professores (Matemática, Português, Ciências, História, Artes, Orientação Educacional e do Apoio Administrativo) e 11 alunos da escola. Os alunos foram escolhidos para participar do curso e posteriormente servir de monitores no laboratório de computadores, auxiliando os outros colegas no desenvolvimento das atividades acadêmicas<sup>4</sup>.

A metodologia do curso consistiu de aulas teóricas sobre as teoria de Piaget, Vygotsky, Paulo Freire e Papert, sobre o método clínico Piagetiano e o ambiente Logo; aulas práticas sobre programação na linguagem Logo, desenvolvimento de projetos individuais ou em grupo usando o Logo e uso de aplicativos como processador de texto, planilhas e banco de dados. O curso previa também entrevistas com outros alunos da escola para realização de estudos teóricos, bem como a reflexão sobre a experiência vivida tanto nas aulas teóricas como nas práticas.

---

<sup>4</sup> Esse curso foi ministrado pela equipe do Laboratório de Estudos Cognitivos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, formada por: Léa da Cruz Fagundes, Cleci Maraschin, Rosane Aragon de Nevado, Margareth Axt, Maria Cristina Fagherazzi, Luiz Fernando Nunes Sá, Janice de Souza Kazmierczack, Vera Pizzato Sieben, Luiz Carlos Gomes e Sergio Luiz Schubert Severo; e pela equipe do Centro de Informática Educativa do Distrito Federal (CIED/DF) formada por: Osmar Nina Garcia, Marcio Antonio R. da Silva, Vera Lúcia A. Suguri, Flávir Valente e Ademar Pereira dos Santos.

## **Integração do computador nas disciplinas**

Como foi mencionado anteriormente o computador está sendo utilizado pelos alunos como ferramenta no auxílio de resolução de problemas e no desenvolvimento de projetos sobre um determinado assunto ou disciplina. Assim, o professor de matemática pode desenvolver um determinado assunto utilizando materiais concretos, como blocos lógicos; meios convencionais de ensino como giz e lousa, lápis e papel; e outras mídias como computadores, vídeo, etc.. Assim, parte das atividades dos alunos são realizadas utilizando os materiais mais convencionais e parte utilizando o computador. Nesse caso, o computador pode ser usado para desenvolver um projeto, cujo conteúdo é um dos tópicos sendo tratados em sala de aula. O aluno tem também a liberdade de escolher um projeto que requer diversos assuntos já vistos ou não.

Para tanto, o professor dispõe de uma certa flexibilidade de planejamento e pode usar a sua sala de aula ou o laboratório de microcomputadores. Certamente o uso do laboratório deve ser coordenado com os outros professores de modo que não haja conflito de horário.

Nas próximas sessões são descritos, em detalhe, o trabalho desenvolvido por diversos professores integrando o computador e os estudos de caso de quatro alunos, descrevendo as atividades realizadas e o progresso atingido.

## **O AMBIENTE LOGO DE APRENDIZAGEM EM AÇÃO**

O objetivo desse tópico é descrever como a metodologia Logo de aprendizagem está sendo usada na escola. Essa metodologia foi descrita acima e implica numa abordagem com relação ao processo de ensino-aprendizagem onde o computador é um dos ingredientes do ambiente e não necessariamente o centro ao redor do qual se constrói o processo de aprendizagem.

Assim, o que será descrito é a prática pedagógica em uso no PROEM e como o computador se integra ao processo de aprendizagem.

O PROEM, como escola alternativa, concebe o currículo como um instrumento norteador e não o objeto principal do processo de ensino. Isso, de certa maneira, é imposto pela estrutura da escola: as séries são agrupadas, o nível intelectual dos alunos é muito discrepante e as necessidades de cada aluno determina um tipo de trabalho diferenciado. Assim, os professores, ao invés de seguirem estritamente o currículo, preferem desenvolver temas que possibilitem o trabalho com determinados conteúdos e que permitem a integração de diversas disciplinas.

O tema que será descrito é o do cubo, sólido que passou a ser explorado pelos professores que trabalham com o Grupo I nas disciplinas de Alfabetização, Educação Física, Psicologia, Matemática e Artes<sup>5</sup>. Assim, esses professores desenvolveram atividades explorando o cubo segundo os aspectos pertinentes a cada uma das disciplinas envolvidas.

O trabalho com o cubo nasceu a partir de uma constatação empírica realizada pelo professor de Educação Física. Ele notou que as crianças do Grupo I tinham muita dificuldade em descrever situações que não estavam presentes. Por exemplo, descrever a casa onde moram, dizer onde mora o vizinho que mais gostam ou descrever como tomam o ônibus para ir para casa. Entretanto, não tinham nenhuma dificuldade em descrever as situações que estavam presentes. O professor expressou essa dificuldade como "parece que essas crianças não têm ponto de referências". Isso acontecia com todas as crianças do Grupo I, mesmo as mais velhas.

O cubo era um produto das atividades da disciplinas de Artes. Nessa disciplina os alunos estavam desenvolvendo atividades com os sólidos regulares. Para isso, eles tinham que construir o sólido a partir de uma folha de papelão: desenhar as partes do sólido, cortar e colar as partes. O cubo, por ser uma forma relativamente simples, passou a ser usada pelos alunos para representar diversos objetos do dia-a-dia como, um fogão, um rádio. O professor de Educação Física, notando o interesse dos alunos pelo uso do cubo, adotou esse sólido como maneira de resgatar a representação para os objetos ou mesmo situações de vida

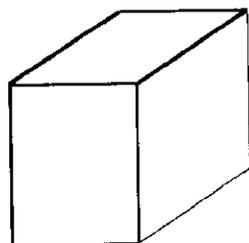
---

<sup>5</sup>Agradeço a colaboração dos professores, Teresa Cupello Bernardo (Alfabetização), Walter Oliveira (Educação Física), Jussara Sora (Psicologia), Vanêssa Marzola (Alfabetização e Educação Física), Cristina Mendes e Ana Lúcia Macodo (Matemática e Computação Logo) e Leila Assis Lara (Artes).

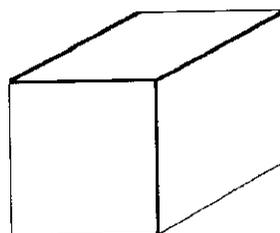
dessas crianças. Com isso, o cubo passou a ser o objeto de estudo, tanto na disciplina de Artes quanto na de Educação Física.

Entretanto, a representação dos objetos era tão interessante e estimulante que não acompanhava a velocidade de produção dos cubos de papelão. Assim o cubo passou a ser desenhado em perspectiva, de modo a servir como meio para expressar os diferentes objetos. O desenho do cubo podia ser transformado para representar uma mesa, adicionando ao desenho as quatro pernas, ou uma cadeira, adicionando à mesa o encosto da cadeira. A possibilidade de desenhar o cubo abriu novos horizontes de exploração: o cubo podia ser desenhado na folha de papel, no quadro negro e no computador. Na disciplina de Matemática foram explorados as noções de distância, ângulo, número e os comandos do Logo, de modo que as crianças pudessem desenhar o cubo na tela do computador. No computador o desafio passou a ser o de desenhar o cubo de diferentes maneiras, usando os comandos do Logo. Nessa atividade foi identificado mais de 7 maneiras diferentes de produzir o cubo.

Nas aulas de Educação Física a atividade passou a ser a identificação de formas no cubo, como a letra A ou o número 4, como mostra as figuras abaixo.



**desenho do A no cubo**

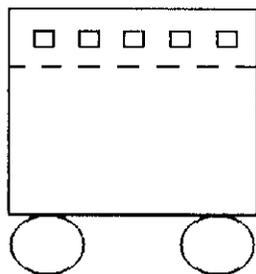


**desenho do 4 no cubo**

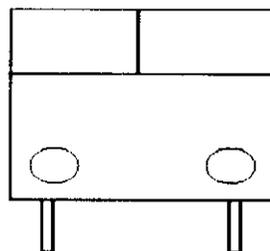
Letras e números no cubo passaram a ser o tema para a disciplina de Alfabetização. As crianças foram capazes de identificar, no desenho do cubo, todas as letras do alfabeto e todos os números de 0 a 9. Essas letras foram usadas para escrever os respectivos nomes das crianças, palavras, sentenças, etc.. Saber escrever com as letras do cubo passou a ter um significado maior para esses alunos: tinha o sabor de desafio, partiu do

interesse dos alunos e usava recursos que tinham sido apropriados pelos alunos. A letra que cada aluno identificava, passava a ser daquele aluno: "a letra B que o Paulo achou".

A atividade com o cubo permitiu atingir dois objetivos. Primeiro, poder trabalhar a descrição e representação de objetos do dia-a-dia que não estavam presentes. O fato de os alunos terem que usar o cubo para representar um fogão, por exemplo, sem a possibilidade de copiá-lo, possibilitou aos alunos referenciar suas representações. Segundo, permitiu aos professores, entender um pouco mais sobre a capacidade intelectual de cada um dos alunos. No desenvolvimento das atividades propostas foi possível identificar os alunos que tinham mais habilidades para resolver os problemas, os que "viam" as formas mais rapidamente, os que tinham dificuldades e os que apresentavam as soluções mais diferentes. Por exemplo, os professores se surpreenderam quando um dos alunos usou o cubo para representar um ônibus de uma maneira que nenhum dos colegas e nem mesmo os professores tinham imaginado. Enquanto todos desenharam o ônibus de lado, colocando as duas rodas na parte inferior do cubo, um dos alunos desenhou o ônibus de frente, como mostra a figura abaixo.



**desenho do ônibus de lado**



**desenho do ônibus de frente**

O aluno que desenhou o ônibus de frente se mostrou um desenhista diferente. Por exemplo, quando solicitado para desenhar uma casa, seu desenho era a planta da casa, ao invés da vista lateral da casa.

Essa possibilidade de penetrar na "cabeça" do aluno fez com que a atividade com o cubo também pudesse servir como diagnóstico da capacidade intelectual de cada aluno. Uma situação de diagnóstico rica, pois estão contemplados nessa atividade as habilidades tradicionalmente utilizadas nos testes de percepção, como coordenação motora, visuo-motora, visual (figura-fundo); ou mesmo as de ordem cognitiva, como alfabetização, comunicação-expressão, conceitos espaciais, etc.. Porém, é um diagnóstico que parte da própria atividade proposta pelo aluno, ao invés de algo imposto pelo avaliador. Nessa situação de alta motivação, o problema de obter do aluno a performance condizente com sua capacidade de resolução de um teste padronizado, se torna irrelevante.

O desenvolvimento de atividades através de temas é bastante utilizada no PROEM. Por exemplo, a disciplina de Artes procura utilizar diversos elementos obtidos com a secagem de plantas ou galhos de árvores. O processo de secagem utiliza diversos processos químicos, que são explorados e desenvolvidos conjuntamente pelas professoras de Artes e Ciências. Os elementos secos são utilizados na elaboração de quadros que os alunos elaboram para representar temas como a amostra de cerca de 20 quadros sobre "A Cara do Brasil"; cada um dos quadros representa um problema social como: "A Favela", "A Droga", "A Prostituição", "A Amazônia". O quadro principal, que introduz o tema, é o mapa do Brasil, sendo a borda feita de pão seco e no centro do mapa a figura de uma criança chorando. Essa é a realidade que os alunos do PROEM vivem e que a escola não pode negligenciar, muito pelo contrário. Ela deve ser trabalhada e explorada como tema norteador do processo educacional.

O computador tem sido usado também no desenvolvimento de atividades mais específicas como elaboração de textos nas disciplinas de Português, desenvolvimento de projetos específicos de matemática como, estudo de área e medidas, e projetos de ciência como modelagem do sistema respiratório e do movimento de objetos segundo as leis da física newtoniana.

Durante o ano de 1992, todos os grupos utilizaram o computador, como parte de algumas das disciplinas. Como esse trabalho é realizado pela professora da disciplina, dependendo do nível de interesse e conhecimento sobre informática um grupo pode utilizar o computador duas a três vezes por semana. De acordo com o depoimento da administração da escola, baseado em observações, depoimentos,

entrevistas e análise do comportamento dos alunos, foi evidenciado a elevação da auto-estima, interesse em ampliar as diversas áreas do conhecimento, e o uso da informática como perspectiva de ingresso no mercado de trabalho. Cerca de "90% dos alunos que receberam iniciação profissionalizante ingressaram no mercado de trabalho formal, na área de informática, aumentando assim, a demanda por cursos dessa natureza" (Macedo e Suguri, 1992).

## ESTUDOS DE CASO

Um dos argumentos propostos nesse artigo é o de que o computador pode ser uma ferramenta de grande importância do ponto de vista educacional e profissional para a criança carente. A descrição do ambiente computacional do PROEM ilustra a apropriação do computador pelos professores nas diferentes disciplinas, como ferramenta para o desenvolvimento de temas, utilizando uma proposta que não só está em harmonia com a filosofia educacional do PROEM mas que amplia as possibilidades dos professores e dos alunos.

No entanto, cada aluno, com sua individualidade, interesse e capacidade está se apropriando do computador como uma ferramenta para satisfazer as suas necessidades e para desenvolver o seu potencial. Naturalmente, uns com mais ou menos intensidade porém, o que importa é que essa apropriação seja personalizada, parta do interesse do aluno e não seja imposta pelo professor ou pela estrutura da escola. Essa apropriação personalizada somente é possível ser descrita em termos de estudos de casos.

Assim, são descritos quatro casos, Eduardo, Luís, Juraci e Ronaldo<sup>6</sup> que mostram diferentes maneiras de como essas apropriações estão acontecendo: o primeiro caso é de um aluno da Grupo II que se revelou um grande talento no trabalho com o computador e esse trabalho tem sido bastante útil para o desenvolvimento acadêmico do aluno; o segundo, é um aluno do Grupo II, considerado infrator e que vê no trabalho com o computador a possibilidade de saída da delinquência, ou

---

<sup>6</sup> Os nomes de Eduardo e Luís são fictícios para preservar a integridade dessas crianças. No caso de Ronaldo e Juraci está sendo usado, com a respectiva permissão, os verdadeiros nomes.

seja a profissionalização através da informática; o terceiro, de um ex-aluno que hoje trabalha numa escola particular em Brasília, usando Logo com os alunos dessa escola; e o quarto, de um aluno diagnosticado como tendo dificuldade de aprendizagem e que, a medida que passou a frequentar o ambiente Logo, mostrou um grande progresso tanto nas atividades acadêmicas quanto nos aspectos emocionais.

### **Eduardo, o talentoso**

Eduardo tem atualmente 14 anos e frequenta o Grupo III do PROEM. Ele está na escola desde os 10 anos de idade. Sua família é constituída pelos pais e sete irmãos, sendo que Eduardo é o mais novo. Atualmente o pai de Eduardo é aposentado e sua mãe trabalha como doméstica.

A família de Eduardo veio de uma região rural do Estado de Goiás. Nessa região Eduardo não teve a chance de estudar pelo fato de a escola ficar muito distante de sua casa. Assim que a família se estabeleceu na região de Brasília, Eduardo e sua irmã, foram matriculados no PROEM: a única escola que aceita crianças com mais de 10 anos de idade para frequentar a 1ª série.

Após o primeiro ano de PROEM, Eduardo mostrou um grande interesse pelo trabalho com o computador e iniciou o trabalho no computador em 1989. Teve muita facilidade para dominar os comandos do Logo e já realizou, nos 4 anos de trabalho com os computadores, uma quantidade muito grande de projetos, usando praticamente todos os recursos da linguagem Logo. Segundo seus professores, Eduardo adotou o computador como ferramenta de trabalho e todos os assuntos vistos em sala de aula são transformados em projetos que são implementados no computador. Isso tem facilitado a aprendizagem dos conceitos envolvidos nessas atividades, permitindo progredir rapidamente ao longo dos grupos: em 4 anos de PROEM ele cumpriu o equivalente a cinco séries do ensino tradicional. Atualmente ele trabalha no Banco do Brasil como "office-boy".

Esse exemplo mostra que o fato de Eduardo frequentar uma escola ou mesmo um projeto de pesquisa para "meninos e meninas de rua" é puramente circunstancial e não tem nenhuma relação com o fato

dele ser "menino de rua". Muito pelo contrário! Entretanto, ele convive com outros crianças carentes como ele e até mesmo com infratores, como ilustra o próximo caso.

### **Luís, a informática como saída da delinquência**

Atualmente Luís tem 17 anos de idade e é aluno do Grupo II do PROEM. Na sua família a mãe trabalha e ao todo são 3 irmãos. O pai abandonou a família. Dois dos irmãos mais velhos, considerados adultos, estão presos. Luís também já esteve preso diversas vezes. Só em 1991 esteve preso duas vezes, por cerca de 45 dias em cada uma delas. Ele gosta de roubar casas e se tornou especialista em roubo de aparelhos de vídeo e de som. Como ele mesmo afirma, ele rouba por prazer e não por necessidade. Aos 12 anos de idade Luís cometeu um assassinato e atualmente está envolvido com drogas, tanto para consumo quanto na distribuição das mesmas.

No PROEM Luís é considerado um líder e conhecido pelos professores como uma pessoa dócil, romântica e, de certa maneira individualista. No computador Luís sempre trabalha sozinho e não gosta que os colegas ou professores saibam o que está fazendo. Esse trabalho no computador é bastante artístico, com muita animação e cor. O que mais gosta de fazer é produzir cartões que consistem em uma parte escrita, na forma de uma carta, e, a decoração, na forma de desenhos. Esses cartões, quando prontos, são enviados para a sua namorada.

Luís usa o computador como uma ferramenta para a produção de cartões e como "status" social. Para a produção dos cartões Luís aprendeu diversos comandos e técnicas do Logo e do processador de texto. Está sempre querendo aprender coisas novas, pois com isso pode surpreender sua amada com "coisas bonitas". Como "status" social o computador é visto como algo que o tornará um profissional, permitindo a saída da delinquência.

Recentemente Luís procurou os professores responsáveis pelo projeto de uso do computador no PROEM e solicitou que esses professores oferecessem um curso sobre como usar o computador na área comercial. Luís tem um grande interesse em aprender banco de dados e planilhas, pois com esse conhecimento ele pode adquirir um emprego e

sair da delinquência para uma "vida limpa". Ter uma "vida limpa" é atualmente a sua grande preocupação. Isto por que no final de 1992 ele completaria 18 anos, se tornando, perante a lei, um adulto. Como adulto o seu futuro poderá ser a prisão ou a morte, se continuar na delinquência, ou poderá ter uma "vida limpa" se abandonar o tipo de vida que tem hoje<sup>7</sup>.

### **Juraci, o especialista em Logo**

Juraci é filho mais velho de uma família constituída pelos pais e mais cinco irmãos, que veio de uma área rural do nordeste do Brasil e que se estabeleceu numa das cidades satélites de Brasília. Na família tanto o pai quanto a mãe trabalham. Aos 10 anos de idade Juraci, para ajudar na renda familiar, foi trabalhar num dos mercados de Brasília. A necessidade de trabalhar e o desejo de estudar fizeram com que procurasse o PROEM, uma das únicas escolas em Brasília que permite e facilita a combinação de trabalho e de estudo.

Juraci frequentou o PROEM dos 10 aos 18 anos, quando graduou-se. Ele sempre foi considerado um bom aluno e, quando o projeto "Educação Científica para os Meninos de Rua de Brasília" foi instalado ele foi escolhido como um dos alunos para ser formado e trabalhar no projeto como monitor. Sua função era auxiliar os professores no trabalho no laboratório de computadores e preparar material no computador que pudesse facilitar o trabalho pedagógico dos professores. Assim, Juraci, como estudante do PROEM, tinha que coordenar três atividades: durante a parte da manhã ele se dedicava ao trabalho no PROEM, onde tinha as atividades de sala de aula como aluno e também trabalhava como auxiliar no laboratório de computadores, e na parte da tarde ele deixava a escola para trabalhar no mercado.

Como um dos monitores do laboratório de computadores, Juraci se tornou um especialista em Logo. Durante o período em que trabalhou no projeto desenvolveu diversos trabalhos alguns relacionados com as disciplinas e outros como fruto do seu interesse. Um desses trabalhos foi a simulação do sistema solar: os planetas desenhados em escala, giram

---

<sup>7</sup> Luís completaria 18 anos no final de 1992. Entretanto, antes que isso acontecesse, ele foi assassinado no dia 12 de Dezembro de 1992. A bala foi mais rápida que seus planos.

em órbita ao redor do sol. Esse trabalho começou com algo muito simples, para ilustrar o assunto visto na disciplina de Geografia. A medida que Juraci aprendia novos comandos e novas técnicas do Logo a simulação era elaborada com a incorporação dessas técnicas. Por exemplo, quando aprendeu sobre como animar os objetos na tela, essa técnica foi incorporada à simulação, fazendo os planetas girarem ao redor do sol.

A técnica de elaborar e depurar a atividade no Logo passou a ser o seu estilo de trabalho. Isto ficou explícito tanto para os professores como para o próprio Juraci. Como ele mesmo observou, primeiro, ele não gosta de deixar tarefas inacabadas; segundo, os trabalhos que realiza no computador revelam o estado atual do seu desenvolvimento com relação à linguagem Logo bem como sua compreensão sobre o assunto usado nas tarefas.

Esse grande interesse pelo trabalho com o computador, o seu nível de conhecimento com relação ao Logo e a facilidade de domínio do computador fez com que Juraci se tornasse um profissional útil ao meio educacional. As escolas que utilizam Logo como ferramenta de ensino necessitam de profissionais com o conhecimento e a motivação de Juraci. Assim, imediatamente após sua graduação do PROEM, Juraci foi contratado por uma das 10 melhores escolas particulares de Brasília para trabalhar no laboratório de computadores dessa escola. Nesse laboratório suas funções eram auxiliar o processo de formação dos profissionais da escola quanto ao uso do computador como ferramenta educacional e trabalhar com alunos da 3ª série, introduzindo a linguagem Logo.

O trabalho na escola foi realizado ao longo do ano de 1991. Durante esse período Juraci notou que, em diversas situações, havia uma certa confusão quanto a especificação do seu trabalho: ao mesmo tempo em que era o especialista em Logo, ele era solicitado, por exemplo, para vigiar o portão da escola de modo a não permitir a entrada de estranhos. Claramente sua função não era a de vigia. Porém, Juraci entendeu que essas outras tarefas podiam ser vistas como uma colaboração à escola e procurou desempenhá-las com muito interesse. Entretanto, o mesmo grau de compreensão não aconteceu por parte da escola: quando Juraci solicitou a revisão de seu salário, essa revisão foi negada uma vez que, como "menino de rua", ele já estava sendo bem remunerado. Nessa circunstância não houve outra alternativa a não ser pedir demissão e

procurar outro emprego, onde fosse tratado com mais respeito profissional.

A mensagem era clara: mesmo não sendo "menino de rua", a instituição que tinha frequentado era para "menino de rua". Além disso, parece que o estigma "menino de rua" é marcante e obscurece o trabalho que o profissional executa.

Entretanto, é importante mencionar que Juraci, mesmo vivendo essa situação, não tem nenhuma mágoa com relação à escola. Muito pelo contrário. Ele pensa que o PROEM é o modelo ideal de escola para a criança carente. Foi lá que teve o apoio de vida, que não tinha em casa, e onde foi capaz de adquirir habilidades que lhe permitem hoje exercer um trabalho de vanguarda. Como ele mesmo afirmou, se tivesse que reiniciar seus estudos hoje, o faria no PROEM e está se desempenhando para que seus irmãos estudem nessa escola. Com isso Juraci está nos mostrando que não é a escola que está erroneamente rotulada, mas sim que a sociedade tem ainda muito que aprender.

### **Ronaldo, superando a dificuldade de aprendizagem**

Num depoimento sobre Ronaldo, a maioria dos professores do PROEM, o caracterizaram como sendo agitado, agressivo, carente de atenção, com grande dificuldade para realizar qualquer atividade, apresentando "todas as disfunções" e, inclusive, como sendo incapaz de aprender. Esses dados, de certa forma, confirmam uma avaliação psicológica realizada em Setembro de 1990. O aluno foi encaminhado para essa avaliação como sendo "extremamente indisciplinado e com dificuldades na aprendizagem".

Ronaldo nasceu em Setembro de 1980, sendo o 7º filho de uma família com pai e mãe e 9 filhos (3 mulheres e 6 homens). O pai é analfabeto e é limpador de rua. A mãe tem o primário e atualmente trabalha como faxineira. A gestação de Ronaldo foi tranqüila e ele nasceu de parto normal, com choro imediato e boas condições de saúde. Com dois anos e meio de idade sofreu um acidente sendo atropelado por uma carroça. Sofreu alguns ferimentos na cabeça, sem maior gravidade, porém no momento não foi realizado nenhum exame neurológico. Durante a infância sempre foi uma criança agitada, agressiva, contudo alegre,

esperta e que gosta de ajudar e cooperar com os outros. Aos 7 anos de idade foi colocado numa escola da rede pública, tendo frequentado nessa escola 3 anos de Ciclo Básico de Alfabetização. Os relatórios da escola mencionam com frequência a agressividade e agitação de Ronaldo.

Em 1989 os pais se separaram, depois de 23 anos de casados. Após a separação, a mãe começou a trabalhar e ficou responsável pela criação dos filhos, recebendo apoio dos filhos casados e de três filhos que trabalham (um como balconista, um como engraxate e o outro como vigia e lavador de carros). Na ausência da mãe, os filhos ficam sozinhos em casa. Ronaldo passa a maior parte do tempo brincando na rua, agride os irmãos mais novos e apanha dos irmãos mais velhos que o chamam de "doido". De acordo com o depoimento da mãe, o ambiente familiar é agitado e ela se sente impossibilitada de orientar os filhos pela dificuldade financeira. A família é bastante religiosa e Ronaldo frequenta os cultos 3 vezes por semana.

Logo após a separação dos pais, Ronaldo começou a apresentar comportamentos mais agressivos e desenvolveu cacoetes como, piscar constantemente os olhos e virar a cabeça bruscamente para um dos lados. Preocupada com a possibilidade desses comportamentos serem de origem neurológica, devido ao acidente aos dois anos, a mãe procurou uma orientação médica. Isso ocorreu em Setembro de 1990 e foi realizado uma avaliação psico-pedagógica.

Na avaliação da psicomotricidade, no teste de Bender, a idade motora foi de 6 anos e 5 meses (idade cronológica de 9 anos e 11 meses). Ronaldo apresentou atraso viso-perceptivo sendo que os traçados indicaram atitudes impulsivas e hostis acompanhadas de retraimento e tendências de se retirar do ambiente. No teste de Frostig os resultados foram:

- Coordenação visuo-motriz: 6 anos e 6 meses
- Percepção de figura-fundo: 7 anos e 9 meses
- Constância de formas: 2 anos e 9 meses
- Posição no espaço: 6 anos e 3 meses
- Relações espaciais: 6 anos e 9 meses

A lateralidade do corpo já estava firmada, sendo destro e com dominância direita para o olho, mão e pé.

A avaliação pedagógica indicou que o aluno se encontrava muito defasado, estando a nível da 1ª série iniciante. Durante a avaliação, o aluno se mostrou demasiadamente distraído, ansioso e com pouca concentração. A linguagem oral era pobre, porém articulou palavras e frases sem apresentar trocas ou omissões de fonemas. Descreveu cenas de uma gravura e elaborou frases sobre a mesma, sem apresentar criatividade. Montou, com muita rapidez, quebra-cabeças com até 10 peças. Reconheceu cores primárias e figuras geométricas tais como quadrado, triângulo e círculo. Nomeou as principais partes do corpo e suas funções. A orientação espacial (direita/esquerda) ainda não tinha sido adquirida. Não leu, apenas reconheceu as vogais; somente escreveu o pré-nome e as vogais; e identificou e registrou os números de 1 a 24. Resolveu algumas operações simples de adição; não reconheceu o sinal de menos e nem efetuou operações de subtração.

Na avaliação de personalidade se mostrou inseguro, indeciso e imaturo socialmente. Apresentou forte agressividade, dependência e necessidade de segurança e afeto. Revelou comprometimento da auto-estima e complexo de inferioridade.

Os exames médicos foram de rotina, como pressão, respiração e não foi realizado nenhum teste neurológico (o médico achou que não seria necessário). Em Outubro de 1992 foi feito um exame de acuidade visual. Os resultados não mostraram nenhuma deficiência, sendo 100% normal de acordo com a tabela optométrica reduzida.

Ronaldo não quis continuar na escola tradicional porque os professores sempre viam o seu lado negativo e isso o incomodava (depoimento da mãe). Ele começou a frequentar o Grupo I do PROEM no início de 1992, somente o período da manhã, pois na parte da tarde estava refazendo as avaliações no Centro de Orientação Médico-Psico-Pedagógico e acompanhamento pela equipe de Diagnóstico da Ceilândia onde o Ronaldo era atendido antes de se matricular no PROEM. Todos os professores que interagiram com ele confirmaram as dificuldades e problemas que já tinham sido identificados. Além disso notaram dois outros comportamentos. Primeiro, que Ronaldo tinha uma grande necessidade de reforço para as tarefas bem sucedidas. Era muito comum o aluno solicitar do professor que "desse parabéns" quando terminasse uma determinada tarefa. Esse "parabéns" era tão importante, que independente da atividade ser bem sucedida ou não, o professor acabava

lhe dando os parabéns. Segundo, que o aluno gritava e corria no parque, extrapolando o comportamento que era permitido nas atividades fora da sala de aula.

Além das disciplinas do Grupo I, Ronaldo recebe atendimento da psicóloga do PROEM. Esse trabalho é feito com um grupo de 5 crianças, duas vezes por semana. Especificamente com Ronaldo, o objetivo da terapia era o relaxamento e a psicomotricidade como, esquema corporal, estruturação espacial, orientação temporal.

O trabalho com o computador iniciou em Setembro de 1992. Uma das professoras responsáveis pela Laboratório de Informática, Professora Vera Lúcia A. Suguri<sup>8</sup>, estava desenvolvendo um trabalho extra-classe, na hora do almoço, com alguns alunos que usavam o computador. Ronaldo quis participar dessa atividade e passou a frequentar o Laboratório de Informática quatro vezes por semana, das 13 às 14 horas. Ele pediu à professora que desse os "parabéns" se trabalhasse "direitinho" por um mês. Além desse trabalho extra-classe, Ronaldo usava o computador para desenvolver atividades relacionadas às disciplinas do Grupo I.

No início da atividade no computador, Ronaldo sugeriu diversos projetos como, uma pipa, o Congresso, uma casa com uma placa bem grande. Tinha muita dificuldade em se fixar num único projeto. Finalmente acabou optando pelo desenho da pipa. Como é usual na atividade Logo, a professora solicitou que Ronaldo mostrasse, através de um desenho no papel, como seria essa pipa. Ronaldo disse que queria desenhar direto no computador, pois no papel ele já sabe desenhar. Assim, ele passou a trabalhar diretamente no computador.

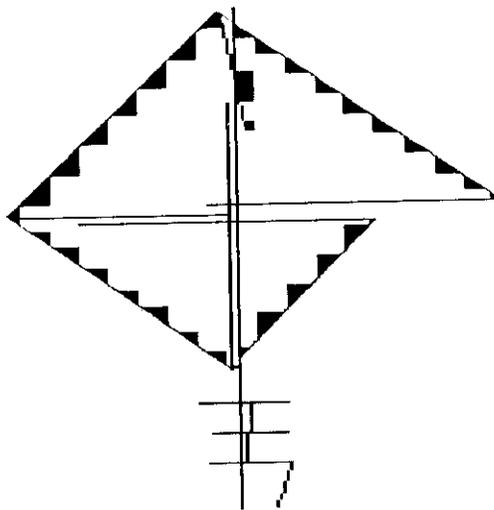
No desenho da pipa Ronaldo trabalhou com os comandos do Logo no modo direto, e até hoje não se interessou em desenvolver procedimentos. Todos os dias ele começava o desenho e se recusava a usar a parte do desenho que tinha realizado anteriormente. A produção do dia era sempre armazenado no disquete, usando o comando "gravedesenho". Seu trabalho no computador era bastante independente, solicitando ajuda da professora somente em situações de extrema necessidade. Não gostava que a professora ou outro colega ficasse

---

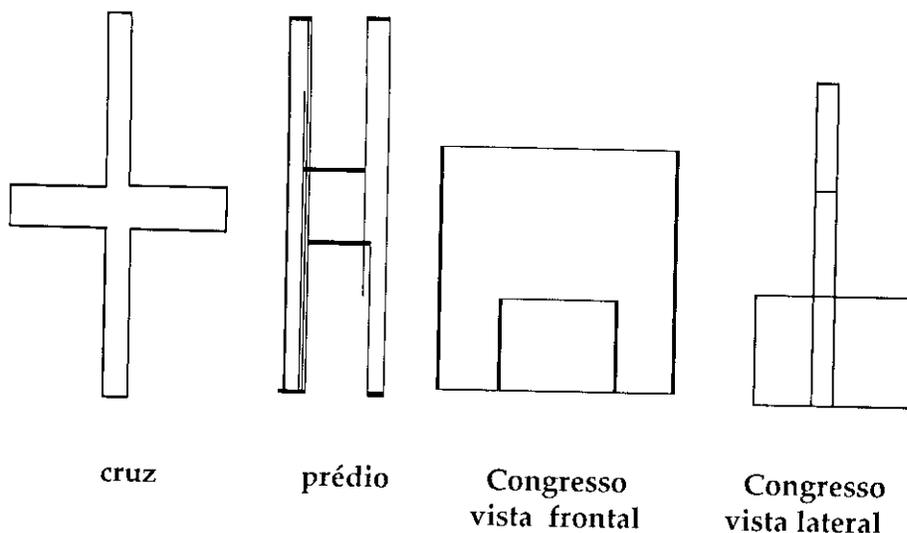
<sup>8</sup> Agradeço à Professora Vera por ter compartilhado os dados do trabalho que realizou com Ronaldo e à Psicóloga da Equipe da Ceilândia por ter permitido o acesso aos dados da avaliação de Ronaldo.

observando o seu trabalho. Entretanto, quando solicita ajuda, acata as sugestões e as incorpora no seu trabalho.

Após 20 sessões de aproximadamente 1 hora e depois de inúmeras tentativas de obtenção da pipa ele terminou o desenho e pintou-o, como mostra a figura abaixo.



Terminada a pipa ele desenvolveu outros projetos como o desenho de uma cruz, de um prédio, e do Prédio do Congresso numa vista frontal e outra lateral como mostrados na figura abaixo. Ele domina todos os comandos para operar a Tartaruga, aprendeu a pintar as figuras e armazenar e recuperar do disquete o desenho já realizado (isso ele faz quando quer mostrar o desenho terminado).



Os desenhos mostram uma grande preocupação com a simetria e proporcionalidade. Para tanto, no processo de elaborar o desenho existem diversos usos de comandos compensatórios para posicionar as partes das figuras nos lugares adequados. Ele mostra ter um total domínio dos comandos "parafrente" e "paratrás", do uso de números para representar as distâncias: 40 usado nas distâncias longas, 10 nas médias e 2 ou 3 nas distâncias curtas. O giro da Tartaruga é preferencialmente feito com o comando "paradireita", sendo em que pouquíssimas vezes usou o "paraesquerda". O ângulo mais usado é o de 90 graus e quando tem que orientar a Tartaruga em direções oblíquas, isso é feito com ângulos de 40 ou de 10 graus.

A idéia de selecionar um subconjunto dos comandos e funções disponíveis no Logo não é diferente do que outros usuários já realizaram, como descrito na literatura (Papert, 1980; Weir, 1987). O que mais chamou a atenção nesse caso foi o progresso que Ronaldo conseguiu com poucos meses de trabalho. Primeiro, ele era extremamente pontual e assíduo na atividade de uso do computador no horário extra-classe. Não faltou a nenhuma sessão e sempre queria ficar mais do que era previsto. Gostava do trabalho com o computador e se empenhava com total dedicação. Segundo, a medida que foi tendo sucesso nos projetos sugeridos, ele não mais solicitou que a professora desse os "parabéns". Portanto, a sua relação de trabalho e de afetividade com a professora deixou de ser uma

relação hipócrita, de querer reforço mesmo sem merecer, para ser algo onde ele mesmo poderia notar o seu sucesso. O produto explícito na tela do computador facilita o estabelecimento de uma relação honesta e fiel da criança com ela mesma e com a professora. O desenho bem feito causa admiração e isso é mostrado nos rostos das pessoas: não é necessário o parabéns explícito. Ronaldo sabe quando está sendo bem sucedido. Entretanto, quando algo é inaceitável, até mesmo ele nota isso e abandona ou altera o projeto. Terceiro, a mudança de comportamento foi notada em outros ambientes da escola. A psicóloga do Centro de Orientação Médico-Psico-Pedagógico que tem acompanhado Ronaldo notou uma grande melhora no seu comportamento, principalmente no final de 1992. Ela estava muito preocupada com o caso de Ronaldo pois não via nenhuma melhora desde o início de 1991, quando começou o trabalho com Ronaldo. Entretanto, no final de 1992, ela notou que Ronaldo era mais cooperativo, que era capaz de iniciar e terminar uma tarefa. Isso afetou até a maneira de como ela passou a tratá-lo, com mais carinho.

Na reunião de Conselho de Classe do PROEM, realizado em Dezembro de 1992, todos os professores que tinham interagido com Ronaldo, mencionaram que a relação com Ronaldo estava sendo diferente, mais madura e sem a cobrança ou a demanda de atenção. Ele estava mais cooperativo e com mais concentração. Isso facilitou a relação com os assuntos tratados em aula, criando verdadeiras situações de aprendizagem e oportunidades para progredir. O professor de Educação Física também notou o progresso de Ronaldo. No início do ano de 1992, Ronaldo se negava a fazer qualquer atividade física e o professor resolveu não mais fazer o jogo de Ronaldo. Entretanto, em meados de outubro Ronaldo se interessou em participar da equipe de alunos que estava sendo montada para competir nas Olimpíadas dos alunos das escolas de Brasília. Para fazer parte da equipe o aluno deveria ter um mínimo de condições físicas, medido segundo uma prova na modalidade na qual o aluno competiria. No caso de Ronaldo foi a corrida dos 100 metros. Ronaldo fez a prova e tirou o primeiro lugar. O professor duvidou dos resultados e repetiu o teste. Novamente Ronaldo foi o primeiro colocado. Esse teste foi repetido uma terceira vez e novamente Ronaldo foi o primeiro colocado. O professor de Educação Física incorporou Ronaldo na equipe, que participou dos treinamentos com assiduidade e com um comportamento muito diferente do que o professor tinha conhecido. Durante a Olimpíada, participaram da prova dos 100 metros 16 alunos de 8 escolas, Ronaldo ficou em quarto lugar na classificação geral.

Um outro dado que chama bastante a atenção é o quanto Ronaldo está consciente do seu progresso. Numa entrevista realizada pela professora do Laboratório de Computação, Ronaldo disse que o trabalho no computador "valeu". Ele disse que aprendeu a mexer na máquina, que melhorou nos deveres da escola, que os colegas e alguns professores estão respeitando-o mais, e que quando trabalha no computador ele esquece do tique nervoso. O fato de ser inquieto é que os colegas diziam coisas que ele não gostava e, que nesse caso, ele ficava nervoso.

Certamente o trabalho com o computador tem um papel importante no progresso que Ronaldo realizou. Ele se mostrou bastante rígido e necessitava de situações consistentes. No Logo ele foi capaz de criar seu próprio ambiente de aprendizagem adequado às suas necessidades: subconjunto de comandos e funções do Logo e pequenas variações em atividades essencialmente repetitivas. Porém, esse ambiente era consistente, estava sob seu controle, o que não acontecia com o resto de sua vida ou mesmo na situação escolar. Entretanto, com o computador ele podia ser criativo, propor situações desafiadoras, se divertir, ser interessante, mesmo nesse ambiente rígido de aprendizagem que ele elaborou. Assim, a rigidez e a consistência do ambiente computacional permitiu com que ele fosse bem sucedido. Com isso ele pode se tornar mais confiante como aprendiz, conhecer seu próprio potencial e começar a estender essa confiança para outras áreas.

Ronaldo tem ainda um longo caminho para percorrer e superar suas deficiências. No entanto, nessa experiência de quatro meses ele pode se conhecer melhor do ponto de vista intelectual e emocional, e encontrar soluções que ele mesmo elaborou para sobrepujar suas dificuldades.

Os casos de apropriação do computador e os efeitos que isso tem provocado tanto nos alunos como nos professores do PROEM são muitos. Cada aluno tem a sua história para ser contada, cada uma revelando um caminho percorrido no processo de construção do conhecimento e de formação afetiva. O contexto educacional criado pelo ambiente computacional e pelos ambientes que já existiam no PROEM, permite que cada aluno use os recursos disponíveis na escola e que se aproprie deles de maneira peculiar, satisfazendo as necessidades e interesses de cada um. Somente assim a escola estará sendo efetiva e ajudando essa população de alunos marginalizados da sociedade a serem responsáveis

pelos seus próprios destinos ao invés de viverem a mercê da sociedade que os marginaliza.

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A existência de meninos e meninas vivendo na rua e da rua é um fenômeno novo na nossa sociedade. Algumas dessas crianças que são agredidas na sua infância, rebelam-se contra essa sociedade e passam a ser agressoras. Agredidos e agressores, estão perplexos, chocados e amedrontados: passando a viver na sociedade do medo. Sociedades que com todo o seu avanço tecnológico, econômico, social e intelectual, atesta a sua incompetência pelo fato de não ser capaz de resolver o problema da criança carente.

Esse quadro bastante trágico e desolador não é privilégio somente do Brasil. Segundo dados do Fundo das Nações Unidas para a Infância, no mundo "aproximadamente 30 milhões de crianças vivem nas ruas das cidades, crianças que fugiram de casa, ou foram abandonadas, ou são órfãs. A maioria é privada de cuidados com a saúde e educação e quase todas levadas a enfrentar a difícil escolha entre resistir ou aderir à violência, ao crime, à prostituição e ao uso de drogas, que são a realidade da vida de rua desde Lima e Rio de Janeiro até Bombaim, Lagos e Nova Iorque" (UNICEF, 1991; p. 36).

O problema é bastante complexo e muito concreto. Hoje essas crianças deixaram de ser objetos de estatísticas e são encontradas em praticamente todos os semáforos das grandes cidades. A realidade do problema tem levado entidades privadas, grupos de voluntários e mesmo de instituições governamentais a criarem programas de recuperação dessas crianças: tanto programas preventivos como programas de reabilitação. Todos esses programas têm como uma das ações a educação dessas crianças, — uma educação especial cujos padrões são baseados na escola tradicional: conteúdos acadêmicos e alguns aspectos profissionalizantes. Assim, diversos programas criaram escolas práticas como padarias, sorveterias, gráficas, onde o produto do aprendizado vai para a escola e o restante é comercializado, propiciando uma fonte de renda para a manutenção de um salário para os alunos. Essa experiência tem produzido resultados interessantes, porém sofre a concorrência com

o tráfico de drogas: as crianças ganham no tráfico cerca de 5 vezes o que ganham nas escolas práticas (Dimenstein, 1990), e a profissão adquirida propicia pouco poder se comparado ao que a indústria do tráfico oferece<sup>9</sup>. Além disso, essas profissões não exigem nenhuma criatividade e não propiciam os mesmos níveis de aventura e excitação comparados aos que encontram na vida na rua. Na verdade essas crianças necessitam de uma educação que seja prática mas ao mesmo tempo seja de vanguarda permitindo a aquisição de habilidades que as coloquem numa situação de nítida vantagem em relação a grande parte da população. A educação deve ser de tal forma que propicie um salto qualitativo substancial para sobrepujar os estigmas e o atrasos eventualmente adquiridos durante a vida na rua. Esse salto somente é possível através da tecnologia de ponta, como os computadores. Portanto, o computador tem um papel de grande relevância no processo de ensino-aprendizagem da criança carente.

Entretanto, o computador por si só não é a solução. Isso por que a nossa competência em encontrar soluções mais efetivas está relacionada com a compreensão da verdadeira problemática da criança carente. Primeiro, a criança carente é identificada ou comumente referenciada como "menino ou menina de rua", que não tem família e lar, e que vive do roubo e da droga. Esse estigma é marcante tanto para a criança que recebe esse rótulo, como para a sociedade que a rotula. A criança se sente marginalizada, e a sociedade apresenta uma grande dificuldade para alterar sua concepção, mesmo diante de casos de absoluto sucesso, como no caso do Juraci.

Segundo, a ênfase dos estudos, até o presente momento, tem sido a identificação sócio-econômica da criança carente. Pouco se conhece sobre o aspecto intelectual e emocional dessa população. Pelo fato dessas crianças não estarem na escola e terem dificuldades em acompanhar o ensino tradicional, elas são rotuladas como crianças com dificuldade de aprendizagem. Especificamente com relação a esse aspecto, assistimos a uma batalha entre os acadêmicos, arraigados às teorias e às metodologias, porém com pouco conhecimento sobre o verdadeiro desenvolvimento intelectual e emocional dessas crianças. A falta desse conhecimento,

---

<sup>9</sup> Segundo a Folha de São Paulo, Caderno 4, página 5, de 26 de Janeiro de 1992, a indústria do tráfico fatura, somente no Rio de Janeiro, US\$ 5 milhões por mês, empregando 9.000 pessoas, sendo a maioria menores de 18 anos: "Motivo: são considerados mão-de-obra barata, pela lei são inimputáveis - não cumprem pena pelos crimes cometidos, ficando sob responsabilidade dos pais - e estão em busca de uma carreira que dê poder e dinheiro".

aliada à confusão de que todas as crianças carentes são "meninos ou meninas de rua", tem nos levado a adotar soluções educacionais que certamente são pouco efetivas.

A idéia de que a criança carente tem deficiência de aprendizagem necessita ser revista. Essa população é bastante diversificada e muitas dessas crianças estão defasadas na escola simplesmente por uma questão circunstancial, como no caso de Eduardo. Assim, com relação à capacidade de aprender, é mais prudente trabalhar com a criança carente como uma população onde é possível encontrar desde crianças talentosas, com grande potencial intelectual, até crianças com problemas de aprendizagem. De fato, no PROEM existem crianças que apresentam dificuldades de aprendizagem, como no caso do Ronaldo, porém ele não é regra. Entretanto, a solução para a avaliação da criança carente requer uma abordagem mais criativa. Essas crianças adquiriram, através da experiência com o meio em que vivem, um nível de conhecimento bastante sofisticado, em algumas áreas, como a habilidade de sobreviver na rua. Outras áreas, como a acadêmica, certamente estão bastante defasadas. Porém, os testes de avaliação tradicionais somente enfatizam o aspecto acadêmico. Assim, é necessário avaliar os potenciais dessas crianças com base em atividades que partam delas, relacionadas com a realidade em que vivem, como a atividade do cubo, descrita anteriormente.

Finalmente, o sistema escolar atual está muito despreparado para trabalhar com o população de crianças carentes. A falta de conhecimento sobre essa população não permite que o professor tenha meios para penetrar no mundo dessas crianças, a fim de conhecê-las e poder estabelecer vínculos intelectuais que permita a criação de um ambiente de aprendizagem voltado para as necessidades dessas crianças. Isso acontece por que não queremos encarar o problema da formação do professor com essa capacidade e por que esse mesmo professor não dispõe de recursos pedagógicos que facilite a realização da tarefa de conhecer os aspectos cognitivos e emocionais de seus alunos. Nesse sentido, o trabalho com o computador tem permitido criar as condições para o professor exercitar e se conscientizar da necessidade de conhecer o aprendiz de modo a facilitar o processo de aprendizagem desse indivíduo.

Entretanto, o trabalho com computador que está sendo proposto não significa simplesmente adicionar o computador na sala de aula. Se o

computador for utilizado para passar fatos, como os tutoriais, ou os programas de exercício-e-prática, a metodologia educacional não é alterada em nada. Se isso acontecer o produto final será uma versão computadorizada dos métodos inadequados do ensino tradicional. Nessa situação o computador, inicialmente, poderá ser interessante e motivador, prendendo a atenção do aluno por um tempo maior. Porém quando a magia da máquina se esvaecer, o aluno não terá mais motivação para continuar nesse processo educacional.

No ambiente computacional que está sendo proposto, o computador assume o papel de ferramenta e não de máquina de ensinar. É a ferramenta que permite ao aluno realizar uma série de tarefas, das mais simples, como produzir uma carta, até as mais complexas, como a resolução de problemas sofisticados em matemática e ciências. Nesse sentido, o computador passa a ter uma função maior do que simplesmente passar informação. Ele é uma ferramenta que o aluno usa para realizar uma tarefa. Nessa situação o aluno descreve as suas idéias para a máquina (na forma de um programa), a máquina executa "essa idéia" e o resultado pode ser analisado. Se o resultado não é o esperado, certamente o aluno será instigado a refletir sobre o seu trabalho. Do mesmo modo, o professor, através do trabalho do aluno, terá mais recursos para entender o que o aluno sabe e o que não sabe sobre um determinado assunto, conhecer o estilo de trabalho do aluno, bem como seus interesses, frustrações, etc..

Entretanto, a proposta não é fazer do computador a panacéia da educação e nem que ele substitua o professor ou algum material pedagógico. Ele é mais um recurso, com uma função de facilitar ao aluno e professor entenderem o processo de raciocínio e deve ser usado integrado a uma abordagem pedagógica diferente, que seja voltada às reais necessidades do aprendiz ao invés do currículo, como foi mostrado no caso do cubo.

O fato de o professor de Educação Física ter notado a dificuldade dos alunos expressarem suas idéias sobre uma situação não presente, de certa forma, confirmam as hipóteses elaboradas por Ramozzi-Chiarottino, já mencionadas anteriormente. De acordo com essa pesquisadora, isso acontece pelo fato dessas crianças nunca terem tido a oportunidade de referenciar as suas representações. Como ela mesma observou, a superação dessa deficiência só acontece quando a criança vivência

situações que exigem que façam essas referências. O uso do cubo para representar objetos do dia-a-dia, possibilitou essa vivência. Entretanto, essa experiência ilustra como a educação pode ser integrada e baseada em algo que tem ressonância com o aluno. Isso possibilitou a criação de um ambiente verdadeiramente de aprendizagem e a chance de penetrar "na cabeça" de cada aluno.

As atividades propostas pelos alunos eram desafiantes tanto para eles quanto para os professores. Isso possibilitou a criação de um ambiente de aprendizagem, onde alunos e professores estavam aprendendo. O papel do professor deixou de ser o de repassador de um conhecimento já pronto e do aluno o de receptor desse conhecimento. Nas atividades com o cubo o conhecimento tinha que ser construído e participavam dessa construção tanto o professor como o aluno: o tema era novidade para ambos e ambos tinham que trabalhar na apropriação dos conceitos envolvidos nas atividades propostas. Nessa situação um aluno podia superar o seu colega ou o seu professor e isso era válido. Entretanto, o professor tinha ainda um papel fundamental: o de facilitador, de desafiador e de especialista que sabe onde procurar e encontrar as informações. A sua velocidade de aprendizagem é maior e isto o coloca numa posição de nítida vantagem e de fundamental importância para que a experiência de aprendizagem não se torne um caos.

A possibilidade que os professores tiveram de vivenciar com os alunos o desenvolvimento do tema sobre o cubo altera profundamente a maneira como essas crianças devem ser vistas e trabalhadas educacionalmente. O referencial que elas apresentam certamente tem características muito diferentes daquelas que nós podemos imaginar. As suas experiências de vida, em certos aspectos, são muito diferentes daquelas que vivenciamos e mesmo podemos imaginar. Isso faz com que seja quase impossível estabelecer o elo de ligação entre as nossas experiências e as delas, para que com isso possamos ajudá-las. Sem esse referencial o processo de aprendizagem é difícil ou mesmo impossível. Portanto, a solução, do ponto de vista da educação da criança carente, pode ser totalmente alienada da experiência dessa criança, ou pode ser vinculada a essa experiência. No primeiro caso é a educação imposta, com bases nos currículos e métodos desenvolvidos nos laboratórios educacionais; no segundo, é a educação baseada na criação de um ambiente de aprendizagem que resgata o interesse, a necessidade e a

experiência da criança. O processo educacional baseado em temas geradores que advém da própria criança possibilita essa mudança de abordagem.

Nesse ambiente de aprendizagem o computador adquire funções de grande importância. A mais óbvia é a de facilitar e tornar mais rápida a produção do cubo ou dos objetos propostos. Porém, a necessidade e o interesse no uso do computador na produção dos cubos permitiu o aluno tomar contato com conceitos espaciais, geométricos, e sobre resolução de problemas. Permitiu também os professores entenderem as diferentes maneiras como esses desenhos estavam sendo produzidos e, portanto, conhecer cada um dos alunos. Assim, o computador permite a obtenção de um produto que tem as características de, primeiro, ter uma "assinatura intelectual", representada pelo conhecimento, pelo estilo e pela criatividade do produtor; segundo, ser desafiante, motivadora e bastante valorizada.

A proposta que é apresentada nesse artigo é a de que o computador, como recurso educacional, deve estar disponível no meio acadêmico em geral, mais especificamente no trabalho com a população diversificada e complexa do ponto de vista intelectual e emocional, como é a população de criança carente. O projeto "Educação Científica para os Meninos de Rua de Brasília" instalado no PROEM, mostra que é possível a utilização do computador com a população de crianças carentes.

Esse projeto mostra também que o professor e os profissionais da instituição adquiriram uma nova ferramenta no processo de entender e trabalhar com a criança carente. Essa é uma população diversificada, com uma problemática bastante difícil de ser diagnosticada com os recursos tradicionais de avaliação. O trabalho educacional também é bastante difícil pois a liberdade e a riqueza de experiência que a vida na rua oferece é muito mais estimulante do que o que acontece numa sala de aula tradicional. A solução deve ser uma nova abordagem tanto de diagnóstico como educacional, como foi possível desenvolver no PROEM.

Finalmente, o projeto do PROEM mostra que os alunos viram no computador uma ferramenta para o seu trabalho e, em alguns casos, como a porta de saída da situação de vida em que se encontram, quer no caso do aluno erroneamente denominado de "menino de rua", ou no caso do infrator. Projetos como esse devem ser disseminados e, talvez, essa

seja uma das poucas soluções viáveis para um problema tão complexo: a educação, a profissionalização para algo de vanguarda (ao invés de obsoleto), e a possibilidade de cada criança ser conhecida e de se conhecer do ponto de vista intelectual e emocional. Isso feito, cabe à sociedade alterar a sua concepção sobre o "menino de rua" e a criança carente escolher o seu próprio caminho: a "vida limpa" ou a delinquência.

A reprodução desse projeto em outras entidades no Brasil ou em outro país, certamente pode ser realizada. Entretanto, tanto a entidade quanto os professores devem estar interessados em promover as mudanças do ensino que foram mencionadas ao longo do artigo. A entidade deve estar interessada na implementação de uma educação alternativa, aberta e voltada para os interesses e necessidades dos alunos. Os professores também devem alterar a postura tradicional e, ao invés de ensino, estarem dispostos a criarem condições de aprendizagem. Para isso devem ser formados, tanto no aspecto pedagógico quanto no tecnológico e serem capazes de utilizar, nas respectivas disciplinas, o computador como ferramenta para os alunos desenvolverem as tarefas propostas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrella, F.M.F. (1991) 1Um,2Dois, 3Três: Buscando significado através do Logo. In: Valente, J.A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Battro, A.M. (1986) *Computación y Aprendizaje Especial: Aplicaciones del lenguaje Logo en tratamiento de niños discapacitados*. Emecé, Buenos Aires, Argentina.
- Battro, A.M. and Denham, P.J. (1989) *Discomunicaciones: Computación y Niños Sordos*. Fundación Navarro Viola. Buenos Aires, Argentina.
- Brozek, J. (1979) Nutrição, Desnutrição e Comportamento. In: *Cadernos de Pesquisas*, 29: 11-30, Jun. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Cagliari, L.C. (1985) O Príncipe que Virou Sapo: Considerações à respeito da dificuldade de aprendizagem das crianças na alfabetização. In: *Cadernos de Pesquisas*, 55: 50-62, Nov. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.

- Carraher, T.N. e Schliemann, A.D. (1983) Fracasso Escolar: uma questão social. In: *Cadernos de Pesquisas*, 45: 3-19, Maio. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Carraher, T.N., Carraher, D.W. e Schliemann, A.D. (1986) Cultura, Escola, Ideologia e Cognição: Continuando um debate. In: *Cadernos de Pesquisas*, 57: 78-85, Maio. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Dimenstein, G. (1990) *A Gerra dos Meninos: Assassinato de Menores no Brasil*. Editora Brasiliense, São Paulo.
- Fausto A. e Cervini, R. org. (1991) *O Trabalho e a Rua: Crianças e adolescentes no Brasil urbano dos anos 80*. Cortez Editora, São Paulo.
- Ferraz, G.M.B. e Garcia, M.L.G. (1991) Computador: Recurso integrador de atividades pedagógicas para a criança deficiente física. In: Valente, J.A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo
- Franco de Camargo, D.A. (1986) Um Estudo Piagetiano com Crianças Ludovicenses. In: *Cadernos de Pesquisas*, 57: 71-77, Maio. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Freitag, B. (1985) Piagetianos Brasileiros em Desacordo? Contribuição para um debate. In: *Cadernos de Pesquisas*, 53: 33-44, Maio. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Gasparetto, M.E.R.F.; Govoni, R.C.; Montilla, R.C.I. e Carvalho, S.H.R. (1991) Aplicação da Linguagem Computacional Logo para Indivíduos Portadores de Visão Subnormal. In: Valente, J.A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Goldenberg, E. P. (1979) *Special Technology for Special Children*. University Park Press, Baltimore, Maryland.
- Guerreiro, M. M. (1991) Avaliação da Função Víscuo-Espacial em uma Criança com Paralisia Cerebral: Proposta de um novo teste. In Valente, J. A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Hallahan, D.P. e Kauffman, J.M. (1982) *Exceptional Children: Introduction to Special Education*. Prentice-Hall, New Jersey.
- Haring, N.G. e Bateman, B. (1977) *Teaching the Learning Disabled Child*. Prentice-Hall, New Jersey.

- Leite, I.C.N. (1986) Desenvolvimento Cognitivo e Escolaridade: Um estudo realizado com crianças de meio sócio-econômico desfavorecido. In: *Cadernos de Pesquisas*, 58: 69-76, Agosto. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Macedo, A. L. M. e Suguri, V. L. A. (1992) Relatório de Informática do PROEM, artigo mimeografado, de 10 de Agosto de 1992.
- Macedo, E.N. (1979) Nutrição, Nível Sócio-econômico e Desenvolvimento Cognitivo de Pré-escolares em Aracajú. In: *Cadernos de Pesquisas*, 29: 87-96, Jun. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Marin, P.F.C. (1991) Uso del Computador com Herramienta de Rehabilitacion para los Niños Sordos y de la Baja Vision en el Instituto para Niños Ciegos y Sordos de Cali. In Valente, J.A. (org) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Montoya, A.O.D. De que Modo o Meio Social Inlui no Desenvolvimento Cognitivo da Criança Marginalizada? Busca de explicação através da concepção epistemológica de J. Piaget. Dissertação de Mestrado, Instituto de Psicologia da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Moro, M.L.F. (1986) A Construção da Inteligência e a Aprendizagem Escolar de Crianças de Famílias de Baixa Renda. In: *Cadernos de Pesquisas*, 56: 66-72, Fev. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Murphy, M. (1991) Trapped Intelligence. In: Valente, J.A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York, Traduzido para o Português em 1985 como *Logo: Computadores e Educação*, Editora Brasiliense, São Paulo.
- Papert, S. e Weir S. (1978) Information Prosthetics for the Handicapped. *Artificial Intelligence Memo* nº 498. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.
- Patto, M.H.S. (1984) A Criança Marginalizada para os Piagetianos Brasileiros: Deficiente ou não? In: *Cadernos de Pesquisas*. 51: 3-11, Nov. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- Patto, M.H.S. (1973) *Privação Cultural e Educação Pré-primária*. Editora José Olympio, Rio de Janeiro.

- Piaget, J. (1977) *A Tomada de Consciência*. Editora Melhoramentos e EDUSP, São Paulo.
- Ramozzi-Chiarottino, Z. (1984) *Em Busca do Sentido da Obra de Jean Piaget*. Editora Ática, São Paulo.
- Rizzini I. e Rizzini, I. (1991) "Menores" Institucionalizados e Meninos de Rua: Os grandes temas de pesquisa na década de oitenta. In: Fausto A. e Cervini, R. (org.), *O Trabalho e a Rua: Crianças e adolescentes no Brasil urbano dos anos 80*. Cortez Editora, São Paulo.
- Rossetti Ferreira, M.C. (1979) Interação entre Fatores Biológicos, Sócio-econômicos e Culturais no Desenvolvimento Mental e Desempenho Escolar da Criança Desnutrida. In: *Cadernos de Pesquisas*, 29: 37-48, Jun. Fundação Carlos Chagas, São Paulo.
- São Paulo, Secretaria do Menor (1990) *Casa Aberta: Secretaria do Menor, 3 Anos de Experiência*. Secretaria do Menor, São Paulo.
- UNICEF, (1991) *Situação Mundial da Infância 1991*. Fundo das Nações Unidas para a Infância, Brasília.
- Valente, A.B. (1991) Diagnóstico e Remediação da Capacidade Intelectual da Criança Deficiente Utilizando a Linguagem Logo. In: Valente, J.A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Valente, J. A. (1983) *Creating a Computer-Based Learning Environment for Physically Handicapped Children*. *Technical Report 301*, Laboratory of Computer Science, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts.
- Valente, J.A. org. (1991) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Valente, J.A. e Gagliardi (1991) Criação de um Ambiente de Aprendizagem Logo para Crianças com Deficiência Auditiva. In: Valente, J.A. (org.) *Liberando a Mente: Computadores na Educação Especial*. Gráfica da UNICAMP, São Paulo.
- Valente, J.A. e Valente, A.B. (1988) *Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos*. Editora McGraw-Hill, São Paulo.
- Vogel, A. e Silva Mello, M.A. (1991) Da Casa à Rua: A cidade como fascínio e descaminho. In: Fausto A. e Cervini, R. (org.), *O Trabalho e a Rua: Crianças e adolescentes no Brasil urbano dos anos 80*. Cortez Editora, São Paulo.

- Weir, S. (1987) *Cultivating Minds: A Logo Casebook*. Harper and Row Publishers, New York,
- Weir, S. (1981) Logo and the Exceptional Child. *Microcomputing*, September, pp. 76-83.
- Weir, S., S.J. Russell, and J.A. Valente (1982) Logo: An Approach to Educating Disabled Children. *Byte*, September, pp. 342-360.
- Weir, S. and D. Watt (1981) Logo: A Computer Environment for Learning-Disabled Students. *The Computer Teacher*, 8(5): 11-17.
- Weir, S. Emanuel, R. (1976) Using Logo to Catalyse Communication in an Autistic Child. *Research Report n° 15*, Department of Artificial Intelligence, University of Edingburg, Edingburg, Scotland.

## CAPÍTULO 9

### O AMBIENTE LOGO NA PRÉ-ESCOLA

Afira Vianna Ripper\*

#### INTRODUÇÃO

O estudo do processo ensino-aprendizagem numa perspectiva sócio-histórica tem salientado a relevância da atividade mediada na internalização das funções psicológicas, dando origem ao chamado comportamento superior. Vygotsky (1978) caracteriza o uso de signos e de instrumentos como atividade mediada, que irá orientar o comportamento humano, na internalização dessas funções. Mas, mediação por signo e por instrumento são de natureza diversa, enquanto o signo constitui uma atividade interna dirigido para o controle do próprio sujeito, o instrumento é orientado para o exterior, afim de controlar a natureza. Tanto o controle do comportamento como o da natureza acarretam mudanças no funcionamento cognitivo, o primeiro ocasionando a emergência das funções superiores e o segundo a relação do homem com o seu ambiente: o homem muda a natureza e essa mudança altera a sua própria natureza. É esse movimento dialético, entre o homem e seu artefato que se deseja esclarecer.

Este trabalho pretende, a partir da discussão da função mediadora e das relações entre signo e instrumento, estudar as relações entre linguagem escrita e o computador no contexto da pré-escola. O nosso foco de atenção é a relação entre a zona de desenvolvimento proximal (ZPD) e o papel do instrumento instrucional, representado por um "Ambiente Logo de Aprendizagem" (baseado na linguagem computacional Logo), enquanto instrumento de mediação no processo de

---

\* Departamento de Psicologia Educacional Faculdade de Educação - UNICAMP e Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

aprendizagem de crianças pré-escolares, em particular o processo de aquisição da linguagem escrita e da noção de número.

## A MEDIAÇÃO SEMIÓTICA E AS FUNÇÕES MENTAIS SUPERIORES

Dentre os signos, a linguagem escrita tem um importante papel de mediação na internalização das funções mentais superiores como observou Luria (1988) em seus experimentos com camponeses analfabetos e alfabetizados. Esses experimentos eram problemas envolvendo o raciocínio por silogismo: enquanto os alfabetizados davam respostas coerentes com as premissas, os analfabetos não eram capazes de transcender suas experiências concretas para estabelecer essa relação.

O ensino da linguagem escrita na pré-escola foi sugerido por Vygotsky (1978) baseado nos estudos psicológicos de Luria sobre o desenvolvimento da linguagem escrita, que o levou à conclusão de que crianças pequenas são capazes de descobrir a função simbólica da escrita, a grande maioria sendo capaz de ler aos quatro anos e meio. Do ponto de vista pedagógico, Maria Montessori mostrou ser isto possível, embora muitas vezes o desempenho fosse mais resultado de treinamento do que uma atividade cultural complexa. Vygotsky também salientou que a escrita deve ter significado para as crianças; uma necessidade intrínseca deve ser despertada nelas, a escrita e a matemática devem ser incorporadas a uma tarefa vista como necessária e relevante para a vida. Ele também aponta para a necessidade de a escrita ser ensinada de um modo "natural", ou seja, da mesma forma que a criança aprende a falar ela pode aprender a ler e a escrever.

A questão que se levanta é se e como o Ambiente Logo contribui para que a aprendizagem da escrita seja ensinada de maneira "natural" preconizada por Vygotsky.

O "Ambiente Logo", baseado tanto na linguagem Logo de computação quanto na "filosofia Logo" é um instrumento de mediação para o processo de significação. A "tartaruga" do Logo é um animal cibernético, habitando a tela do computador ("sprite") e obedecendo a comandos expressos em uma linguagem peculiar, o "tartaruguês". A

tartaruga é objeto quasi-concreto, elemento mediador entre o concreto e o abstrato, pois ao mesmo tempo que pode ser manipulada na tela (deslocada, virada, etc.) essa manipulação não é física mas através de signos<sup>1</sup>.

Esse ambiente é carregado de significado lúdico, proporcionando à criança uma situação de brinquedo. A essência do brinquedo é a criação de uma nova relação entre o campo do significado e o campo da percepção visual - ou seja, entre situações de pensamento e situações reais. O "brincar de tartaruga" permite ações baseadas na própria experiência de deslocamento no espaço da criança (e do adulto também) as quais são similares às da tartaruga da tela. Há uma transferência de significados da ação da tartaruga-criança para a tartaruga da tela.

Mas essa transferência se dá mediada pela linguagem: "ensinar a Tartaruga" implica em fazer uma descrição para o "outro", levar em conta o esquema corporal desse "outro" e a linguagem que esse "outro" entende. Mas, ao contrário do outro humano, a "Tartaruga" apresenta um referencial que precisa ser lido sem ambigüidade. A necessidade de uma descrição apropriada, inteligível em termos da linguagem de computação Logo, fornece uma oportunidade ao aprendiz para confrontar sua ideia com a descrição que faz. Essa linguagem é procedural, ou seja, a forma de se comunicar com o computador é por meio de instruções imperativas que descrevem uma ação. Uma analogia simplista é com uma aula de ginástica em que o instrutor ordena "levanta o braço esquerdo, abaixa. . . .". Mas essas instruções podem ser guardadas numa lista (procedimento) para serem executadas a partir do seu nome; também aqui se pode fazer analogia com uma receita de bolo: ao mandar "faça bolo de laranja" é pressuposto que o(a) recipiente da ordem tenha de cor ou num livro as instruções para fazer um bolo com esse nome. Embora essa forma de guardar instruções faça parte do cotidiano das pessoas, numa linguagem procedural de computação ela é tematizada. O Logo oferece uma entrada amigável a essa linguagem procedural através da figura da tartaruga: ela obedece a comandos

---

<sup>1</sup> Os comandos básicos do Logo gráfico (micromundo da Tartaruga) são de deslocamento ( para frente - PF, para trás - PT) e giro (para direita - PD, para esquerda - PE), que requerem um número como parâmetro. Ex: PF 20 faz a Tartaruga deslocar 20 unidades; PD 90 faz ela girar 90 graus. A linguagem Logo possui mais de cem procedimentos. Na versão MSX há 30 tartarugas que podem ser movimentadas na tela. O default é apenas uma tartaruga, as outras são ativadas por comandos.

imperativos, desde simples ordens - para frente 87 (PF 87) - até procedimentos complexos, envolvendo conceitos de variáveis e recursão.

Mas, por que ensinar uma linguagem procedural a crianças? Luria (1988) observou nos seus experimentos com silogismo que esta forma de raciocínio é culturalmente dependente e o papel mediacional da linguagem escrita para o seu desenvolvimento. O "tartaruguês", embora se apresente como fala coloquial, é uma linguagem procedural baseada na lógica formal, oferecendo a possibilidade de organizar o pensamento formal num processo similar ao representado pela aquisição da linguagem escrita. Mas, a atividade no "Ambiente Logo" permite mais, ensinar a Tartaruga implica em dar nome ao desenho ou ação para que ela possa "aprender". A nomeação proporciona um movimento entre flexibilidade e rigidez: ao mesmo tempo que possibilita inventar qualquer nome, uma vez escolhido esse nome passa a ter o mesmo caráter dos comandos primitivos, só pode ser acessado se escrito exatamente da mesma forma. Nesse contexto, a exigência de padrão aparece como uma condição necessária "para a Tartaruga poder ler e entender" e pode facilitar a compreensão da exigência de padrão ortográfico para a língua escrita.

O fato da comunicação com o computador se dar através da linguagem escrita leva a criança a se relacionar com essa forma de expressão de um modo semelhante à aprendizagem da fala: num primeiro momento ela escreve para obter um resultado imediato, ou seja ela usa os comandos que acionam a tartaruga afim de obter um resultado na tela. Mas o computador também dá a ela um esquema de referência em que se apoiar; o computador exige obediência a certas regras evidenciando a necessidade de seguir regras para obter a comunicação desejada.

A introdução da linguagem Logo para crianças da pré-escola (4 a 6 anos) em situação de sala de aula tem sido frequentemente feita através da utilização do chamado "Easy Logo" - Logo Fácil", baseada no pressuposto de ser necessário primeiro a criança dominar a linguagem escrita e a noção de número para poder trabalhar com o computador e a linguagem Logo. Outro pressuposto implícito no uso do "Logo Fácil" é facilitar às crianças a elaboração de desenhos, o que aponta para uma ênfase no produto, em obter um resultado reconhecível como tal pelo adulto, ao invés de privilegiar o processo de construção de significados,

geralmente lento. A questão que se levanta é se a inversão dessa proposta, ou seja, trabalhar com o computador como instrumento mediador da construção da linguagem escrita e da noção de número, não levaria mais cedo à emergência dessas noções. Optamos, portanto usar o Logo sem simplificações.

## CONTEXTO DA PESQUISA

Selecionando como unidade de análise a tríade criança, mediador e computador, pretendemos verificar se o Ambiente Logo altera modos de aprender a linguagem escrita e o conceito de número. A abordagem da pesquisa é de natureza qualitativa, baseada em observação participante, procurando clarear as relações apontadas nos objetivos acima, através da micro-análise de atividades em sala de aula. A documentação é feita através de fitas de vídeo e diários de campo.

O estudo, de natureza longitudinal, compreende uma classe de crianças dos quatro aos seis anos de idade, estudando com as mesmas professoras (duas) ao longo de três anos. A rotina diária inclui três refeições, brincar no parque e dois períodos na sala de aula. As atividades na sala de aula são organizadas em torno de "ateliês" como pesquisa, casinha, leitura, artes plásticas e o computador com a linguagem Logo. As crianças escolhem os ateliês ao início de cada período numa atividade coletiva, dirigida pela professora, chamada "roda".

Os sujeitos estão matriculados numa escola maternal da rede pública municipal da cidade de Campinas (São Paulo), Brasil. A classe estudada é composta por crianças que permanecem na escola por período integral devido as mães trabalharem. São em sua maioria de família de baixa renda, com profissões sem qualificação.

O objetivo da investigação, focalizando o computador enquanto mediação instrumental, é verificar como se dá a mediação instrumental e a participação do outro na ampliação dos níveis de reflexividade do sujeito. A tentativa de análise de episódios envolvendo crianças trabalhando no computador com ou sem a presença da professora levantou várias questões que não foram colocadas ao início desta

pesquisa, sobre o papel mediador do computador, mais especificamente, como e que ele media.

## **O AMBIENTE LOGO E A ZPD: AS EVIDÊNCIAS EMPÍRICAS**

O "Ambiente Logo", é entendido não apenas como o computador com a linguagem Logo, mas como um "lugar" onde as relações dialógicas entre crianças e/ou adulto(s) e o Logo criaria condições favoráveis ao desenvolvimento de processos de pensamento de nível superior, como análise, representação e descrição para o outro de suas ideias, este podendo levar ao pensamento reflexivo. A atividade de "mandar a tartaruga se movimentar" no espaço da tela é uma atividade caracterizada por uma produção de uma natureza diversa da atividade de desenhar. As ações que produzem o desenho são mediadas pelo signo. E esse processo é mediado pelo outro. A construção de significados, na atividade com o Logo, deve proporcionar uma instância em que a dinâmica discursiva entre criança/adulto/Logo ou criança/criança/Logo ou criança/criança/adulto/Logo possa significar, no nível da criança, uma ZDP.

Os episódios comentados a seguir foram selecionados de uma vasta documentação em vídeo por conterem elementos para uma discussão do papel mediador do ambiente Logo. Os episódios relatam a atividade de uma criança no computador e os seus interlocutores. Os três primeiros contêm a transcrição da atividade de uma criança durante uma hora e o quarto é um relato das interações de outra criança em torno do Logo.

### **Primeiro episódio**

O primeiro episódio começa com Camila tentando ligar o computador mas conseguindo ligar apenas a TV. A professora, trabalhando com outro grupo, dá à distância instruções para ligar a máquina. Uma criança vem ajudar, a pedido da professora. Camila não se manifesta mas a outra criança não consegue ligar um dos computadores. Camila então tenta ligar o computador ao lado e consegue. Outras duas crianças se aproximam para ajudar e ela as repele.

Camila:

1. - Não Renata, Renata não! Michele, eu ponho o meu disquete!

As outras crianças se afastam. Camila pega o seu caderno e uma caneta. Começa a pressionar várias teclas, olhando para a tela enquanto pressiona. Enche-a de caracteres (letras), provocando mensagens de erro do Logo, em forma de frases. Ela escreve no seu caderno, volta a pressionar várias teclas; repete várias vezes esses movimentos: pressionar teclas e escrever no caderno. Distrai-se com a câmara por um minuto. Pressionar a tecla ENTER várias vezes, provocando o aparecimento de mensagens de erro. A tela parece um texto. Começa a recitar o alfabeto como se estivesse lendo a tela:

2. - a,b,c,d,e,f,g,h. . .

Começa a prestar atenção na atividade da professora com outras crianças. A professora está ensinando palavras (olho, mesa, etc). Denise começa a escrever em seu caderno, distrai-se novamente e volta para o computador teclando as teclas numéricas enquanto recita:

3. - 1,2,3,. . . 15,16.

Continua teclando e olhando a tela, desta vez não se distraíndo nem com sons musicais na classe. Camila passou os primeiros dez minutos nessa exploração do teclado. Camila pega o manual do Logo<sup>2</sup> e começa folheá-lo. Digita vários comandos sem usar os parâmetros requeridos (ex.: pf colocar um número) e tecla ENTER. Aparece mensagem de erro. Ela repete a ação, enquanto fala alto as ações necessárias:

4. - espaço. . . espaço. . . .

Ainda não consegue escrever a forma apropriada do comando; levanta-se e vai até a professora:

5. - Eu não consigo!

A professora responde sem deixar o que está fazendo com outras crianças.

---

<sup>2</sup>O manual do Logo, elaborado pela professora, mostra os comandos básicos com desenhos explicativos bem simples.

Professora :

6. - Você quer ajuda? O que você não consegue?  
Outra criança intervém.

Fábio:

7. - Eu consigo!

Professora:

8. - Você consegue Fábio?

Fábio disputa com Camila o manual, como esta não cede, ele fala num tom conciliador:

9. - Deixa que eu vejo para você. . .

Camila lhe entrega o manual, Fábio senta no computador e Camila se afasta em direção à professora, mas sem chama-la.

Professora:

10. - Camila já vou te ajudar.

Camila volta para trás de Fábio e os dois conversam (inaudível) enquanto Fábio olha o manual e pressiona teclas. Camila se afasta novamente e Fábio fala para a professora:

11. - Cri, estou fazendo pra ela, estou fazendo para Camila!

Professora:

12. - Mas você explicou para ela como é que é?

Fábio:

13. - Não, estou fazendo para ela.

Professora:

14. - Sem explicar para ela?

Fábio:

15. - Estou copiando daqui

Fábio aponta o manual do Logo em suas mãos. Tecla várias letras, tentando escrever comandos, obtém várias mensagens de erro. Limpa a tela digitando a tecla ENTER várias vezes. Olha a professora e comenta:

16. - Chi, vou ter que começar tudo de novo!

Continua por mais algum tempo tentando digitar comandos, não consegue. Começa a pressionar a mesma tecla várias vezes como Camila, parece mais interessado em preencher a tela. Levanta-se do computador e diz para a professora:

17. - Não dá!

Fábio pede licença a outras crianças para entrar em outro ateliê.

18. - Licença!

Este primeiro episódio dura cerca de 19 minutos.

Em (1.) Camila não aceita ajuda naquilo em que se julga competente, quer fazer sozinha. A natureza da atividade no computador, cuja via de comunicação é um teclado (input) enfatiza o caráter solitário da atividade. A realimentação constante da máquina serve como interlocutora e somente quando há conflito ou frustração a colaboração do outro é aceita. A professora possui status à parte, pois sua presença imprime à atividade contornos próprios, como será discutido adiante.

O teclado e a realimentação na tela estabelece um significado imediato que é a linguagem escrita e os números. A atividade de pressionar várias teclas várias vezes, parece uma conduta aleatória e mecânica, mas ao recitar o alfabeto (2. ) quando o computador está escrevendo na tela mensagens de erro. ou os numerais (3.), como relatado acima indica o significado que atribui ao que aparece na tela. Ela parece interessada em desvendar o que está escrito na tela e, embora ainda não consiga ler, já apreendeu de que se trata de letras e numerais. A transposição do ato de escrever com a caneta para o ato de escrever com o teclado é um aspecto que a ser analisado futuramente. O que se observou é que a realimentação do computador estabelece um "diálogo" com o computador através da escrita. Esta parece ser a primeira relação que a criança estabelece com o computador.

A interferência de outra criança não chega a criar uma situação de cooperação, Camila resiste à ajuda. Cede o lugar para Fábio mas ao fazê-lo desliga-se da situação. Para Fábio, ajuda-la é fazer por ela (11. e 13.) e contrapõe à interpelação da professora (12. e 14.) respondendo que está copiando o comando (15.), como que se justificando da não interação com Camila.

Este episódio também revela um aspecto interessante, enquanto para Camila não conseguir comandar o Logo é culpa sua (5.) para Fábio o problema é com o Logo (17.). A questão que se levanta é se essa diferença em encarar o insucesso, como próprio ou do ambiente seria mais uma faceta da diferenciação homem/mulher na constituição do sujeito. A própria forma como Fábio se apropriou do computador estabeleceu uma relação de superioridade (7. , 9. e 10.) reforçada pela professora (8. , 12. e 14.). Era natural que ao não conseguir colocasse a culpa em outro, nesse caso o Logo. Aqui o computador assume o papel de parceiro incooperativo.

## Segundo episódio

Camila está trabalhando com a professora. A professora mostra um tipo de jogo na tela<sup>3</sup> para Camila, apontando na tela o caminho que a tartaruga precisa fazer.

Professora:

1. - Ela está aqui, tem que vir aqui e entrar logo na casa dela porque vai ficar noite.

2. - Você sabe como você pode fazer ela ir para a casa dela?

3. - Você sabe como a tartaruga anda para frente?

A professora vira-se para outra criança que está trabalhando no outro computador e pergunta:

4. - Carlos, como a tartaruga anda para frente?

Carlos:

5. - Não sei. . .

Professora:

6. - Vem cá mostrar para Camila, Vê se você sabe. . .

A professora mostra o manual para Carlos, agora voltado para ela. Carlos aponta um desenho com o comando.

Professora:

---

<sup>3</sup>Aparece na tela o desenho de uma casa com uma tartaruga estática dentro. Há outra tartaruga na tela que pode ser movimentada com os comandos do Logo. A tartaruga estática representa a mãe na casa e a outra o(a) filho(a) voltando para casa. O jogo consiste em levar a tartaruga - filha para casa.

7. - Esse, por exemplo, vai para onde?

Carlos:

8. - Cima.

A professora pega uma tartaruginha de plástico em cima do desenho no manual.

Professora:

9. - Olha, a tartaruga está assim, aqui a flexinha, ela vai para onde?

Carlos:

10. - Ela vai reto para cima.

11. - Ela vai reto e depois vira

Camila segue a fala de Carlos fazendo com os braços gesto para cima e aponta no manual:

Camila:

12. - Então faz assim ó.

Carlos e Camila desenharam na tela com o dedo o traçado que a tartaruga deve seguir, mas Carlos contesta Camila:

Carlos:

13. - Não, ela vai reto e depois vira. . .

A professora coloca o manual ao lado da tela, colocando a tartaruga de plástico sobre o desenho do comando para-frente:

Professora:

14. - Olha, a tartaruga está aqui, isso, ela vai para a frente de onde ela estiver.

Carlos:

15. - Depois ela vira!

A professora não responde ao Carlos, ela agora dirige-se apenas para Camila e faz novamente o gesto com a tartaruga de plástico:

16. - Quando a tartaruga está assim, se você fala para ela para-frente ela faz assim.

A professora desenha com o dedo o traçado da tartaruga na tela:

17. - Daqui é a mesma coisa, é para a frente da cabecinha dela.

Carlos se afasta e senta no seu computador. Parece frustrado por não ser mais ouvido. A professora continua segurando a tartaruga de plástico contra a tela, mudando a sua direção; pergunta à Camila:

18. - Ela está aqui, você fala para-frente, para onde ela vai, Camila?

Camila aponta na direção da cabeça da tartaruga. A professora confirma:

19. - Isso!

Outra criança, Guilherme, vem perguntar algo à professora e intervém no diálogo, referindo-se ao movimento da tartaruga mostrado pela professora:

20. - E bate!

Carlos levanta-se dirigindo-se à professora num conciliador:

21. - Que nem aquele dia, não é Cris?

22. - Ah, vou pintar a tartaruga.

A professora continua a dialogar com Camila, dirigindo passo a passo a atividade desta no computador:

23. - Dá um espaço, você pôs PF mas não falou quantos passos você quer que ela ande para frente. Então coloca o número de passos você quer que ela ande.

Carlos levanta-se e tenta interferir no diálogo:

24. - Aí pode ser. . . .

A professora continua a falar com Camila:

25. - Você tem que escolher o número de passos você quer que ela ande.

Carlos continua a querer participar da atividade, continua virado para a professora; levanta-se de novo e aponta no teclado numérico do computador de Camila:

26. - Esse é zero!

A professora continua dialogando com Camila:

27. - Você quer que ela ande 1 passinho, manda andar 1, quer 2, manda andar 2. Manda andar 200, 1,2,3,4,5,6,rrrrrrrrrrr. . . . 200!

Guilherme vem mostrar seu trabalho, pedindo ajuda. A professora ajuda Guilherme. Enquanto isso Camila digita o número 1 como parâmetro de PF.

Camila:

28. - Agora manda ela ler?

Professora:

29. - Você pôs 1, ela vai andar 1, é tão pouquinho que você não vai ver.

Camila:

30. - Então manda ela andar 2

Professora:

31. - Ficou 12 (doze) ela vai andar 12, ela vai andar 1,2,3,4,5,. . . 12,13,14. . . não. . . é 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10,11,12! É bem pouquinho porque o passo dela é pequenino, tá.

Carlos:

32. - Então fala. . .

Professora para Camila:

33. - Então manda ela ler

A documentação é interrompida por uns 5 minutos.

Neste episódio configura-se a tríade criança, mediador e computador. Uma segunda criança é chamada a participar (4, 6, 7 e 9) para ajudar a primeira, mas depois que esta começa a interagir ativamente, a segunda criança é deixada de lado pela professora (13, 15, 21, 24, 26, ). Mas, embora a fala da professora se dirija à Camila, Carlos participa ativamente do diálogo como um observador que vai internalizando o conhecimento ao longo da sessão( 4, 8, 10, 13, 15, 26).

Se no primeiro episódio a exploração do computador sem auxílio mostrou-se de certo modo frustrante ao tentar se comunicar com a tartaruga, neste a professora conduz a atividade o tempo inteiro. Mas a fala da professora se impõe nesse ambiente porque é validada pela realimentação do Logo, como comentaremos a seguir, enquanto que em

outras situações a palavra da professora não é passível de ser testada, é ou não aceita baseada na autoridade.

Outro aspeto a notar é a articulação entre a tartaruga concreta (plástica), o manual de Logo e tartaruga da tela, desenvolvida tanto por Camila como

Carlos (12 e 13). Camila ainda não consegue descrever o que vai fazer oralmente, sua linguagem é eminentemente gestual; isso pode evidenciar que as propriedades da tartaruga de deslocamento e giro são primeiro interpretadas de forma icônica, como o movimento para desenhar. Já Carlos, vai usar principalmente a linguagem oral para descrever para a tartaruga como se movimentar.

Camila demonstra ao longo dos episódios um crescente domínio das formas de se comunicar com a tartaruga; e a presença da professora parece ajudar, ao direcionar as ações e colocar elementos de análise (18, 25 e 27). A voz da Camila se no primeiro o episódio se ouve pouco, neste segundo começa a se manifestar apenas em resposta à professora. No início do episódio (1, 2, 3) as respostas são obtidas "quase à saca-rolhas". A partir do seu engajamento com a tartaruga, ou melhor, com a possibilidade concreta de a fazer se movimentar por meio dos comandos, o diálogo com a professora se estabelece, coordenando um trabalho conjunto ((28, 30). Uma grande parte das respostas foram gestuais. Entretanto, Camila parece manter um "diálogo" com o computador, mais constante do que com a professora: seu olhar está voltado para a tela a maior parte do tempo e é a realimentação da tela que permite à fala da professora adquirir significado, o mesmo ocorrendo com a escrita.

### **Terceiro episódio**

Quando a filmagem é retomada Carlos não está mais no computador. A professora continua trabalhando com Camila. Esta digita enquanto a professora conversa com a auxiliar. Camila digita **pf** sem colocar o número de passos. Aparece uma mensagem de erro (**pf** precisa de mais entradas).

Professora para Camila:

1. - Ah, você não falou quanto andar para frente, você não falou quantos passos, só falou "ande para frente". Aí ela perguntou assim, mas quanto?

2. - Então escreve de novo para frente.

Camila olhando o manual:

3. - Como é?

Professora apontando no manual para Camila:

4. - Para frente.

5. - Não, você colocou para direita, apaga aqui e põe o F de frente.

Camila corrige na tela. A professora continua:

6. - Dá espaço

Camila dá espaço. A professora aponta a distância que falta para a tartaruga chegar na casa:

7. - E põe um número alto, ela vai ter que andar bastante, muito mesmo para chegar na casa.

Camila digita 9 e 7 e fica olhando a tela enquanto a professora fala.  
Professora:

8. - 9 e 7? então ficou 97, é um número bem grande, não? Então manda ela andar, vamos ver, mande ela ler, aqui (aponta a tecla ENTER).

Camila pressiona ENTER, continuando a olhar a tela. A tartaruga entra na "casa", mas se confunde com a cor desta.

Professora:

9. - Ela chegou na casa?

Camila responde parecendo não estar convencida:

10. - Chegou. . . Onde ela está?

Professora apontando na tela:

11. - Ela é branca, não é? E ela ficou na casa branca, não dá para ver. Só tem um jeito, mude. . . .

A professora escreve o comando que muda a cor da tartaruga, descrevendo em voz alta o que está fazendo:

12. - **mudect.** . . para número 1 que é preto.  
A cor da tartaruga fica preta. A professora aponta na tela:

13. - Ela está aqui, ela tem que dar um abraço na mamãe dela.

Um acontecimento fora da classe ( uma banda na escola) interrompe a atividade.

Neste último episódio Camila dá um salto no uso de numerais, articulando 9 e 7 (6 e 7) , quando no segundo 1 e 2 eram considerados adequados. O tamanho do passo da tartaruga, comentado pela professora (segundo episódio, 29) parece ter servido como instrumento para dar uma outra dimensão à número: o deslocamento e giro da tartaruga transformam a relação entre maior/menor, grande/pequeno em relações mensuráveis: o espaço percorrido com PF 12 é muito menor do que com **pf 97**.

O papel da realimentação em fornecer as pistas pode ser avaliado pelo o que sua ausência provoca (terceiro episódio, 9). O papel do feedback é, portanto, de mediar a construção de significados no ambiente Logo.

### Quarto episódio

Neste episódio, aqui relatado de forma sucinta, duas crianças, Denise e Juliana, estão sentadas nos dois computadores da classe. Denise parece ter dificuldade em movimentar a tartaruga. Uma outra criança, um menino, vem ajuda-la, mas à semelhança de Fábio com Camila, em vez de ensina-la, ele tecla as ordens para a tartaruga desenhar. O efeito parece ser o desejado por Denise. Ela manifesta grande contentamento. O fato de ter sido o outro a conseguir o resultado parece não ter importância, como se ela se apropriasse desse resultado como sendo seu. Denise já demonstrou em outras ocasiões saber comandar a tartaruga, portanto a ajuda recebida parece mais um ceder a vez do que realmente uma necessidade de ajuda. Ainda neste episódio, a professora vem trabalhar com Juliana e Denise muda sua atitude. Enquanto que com outra criança foi um "ceder a vez" e acompanhar o que estava sendo feito,

com a professora é a solicitação de ajuda constante. A cada solicitação atendida pela professora repete "E agora?" depois que tecla um comando. A professora retorna com uma pergunta, sobre o que ela quer fazer, girar ou deslocar a tartaruga. O diálogo adquire um tom "pedagógico" e Denise entra nesse jogo mesmo quando demonstra saber o que fazer. A pergunta "E agora?" parece mais parte de um ritual a confirmar os lugares de professora e de aluna do que uma necessidade cognitiva.

Esse episódio revela que as interações apresentam contornos de diferente simetria dependendo com quem se interage. Quando o outro é um par a relação é de simetria, a ajuda ou é apropriada como própria ou rejeitada como intromissão indevida. Já com a professora, a assimetria entre quem deve liderar já está estabelecida. A presença da professora provoca uma quase "desaprendizagem", é preciso checar cada movimento para se certificar que está fazendo da forma acertada. Neste caso a "ação partilhada" aparenta levar a um retrocesso das funções já consolidadas, ou nível de desenvolvimento real.

Parece que o que está em jogo aqui é mais a representação do papel da professora como a responsável pela condução da atividade. A intervenção da professora modifica a interação da criança com o computador; a atitude de tentar explorar parece ser substituída pela espera de diretivas precisas do que fazer. Essa atitude de dependência, manifestada mesmo quando a criança detém as iniciativas das ações, nos parece mais indicativas da necessidade de atenção e de segurança do que cognitiva, isto porque ao mesmo tempo que indaga à professora ela já está digitando os comandos de Logo ou analisando a realimentação do Logo.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A documentação analisada aqui é uma pequena parte do que foi levantado, portanto esta análise deverá ser muito mais abrangente nos próximos dois anos do projeto. As questões teóricas, principalmente no que diz respeito ao conceito de ZPD e a mediação instrumental precisam ser mais aprofundadas. O "ambiente Logo" aponta como um lugar passível de observação, a partir de onde se possa levantar subsídios para as questões levantadas acima.

A introdução à linguagem Logo, embora haja um manual feito pela professora que ilustra os comandos de forma bem clara, necessita de um outro, mesmo quando o que está em jogo é transferir para a tartaruga a sua concepção de movimento no espaço. E isto ocorre, a nosso ver, porque a passagem de fazer o movimento com seu próprio corpo e descrever para o computador como movimentar a tartaruga exige um desenvolvimento mental que só ocorrerá com a ajuda do outro.

Quando a criança vai trabalhar em outros ateliês, ela já tem uma ideia ou representação do que fazer, seja desenhar, brincar de casinha ou escrever no papel, e a professora também tem essa expectativa, ajudando muito menos nesses ateliês. O brincar de casinha esporadicamente conta com ajuda da professora, e essa ajuda é mais em fornecer algum objeto (roupa, um utensílio novo) do que orientar o que fazer. No ateliê do computador isso não ocorre.

O elemento de novidade certamente é um componente desse objeto, mas o escrever no computador é diferente, assim como o fato do computador responder (o próprio movimento da tartaruga, a partir de ordens escritas e mensagens de erros) cria uma relação muito diferente do que com os outros objetos da classe. A novidade também o é para a professora, ela também está por construir um modo de se relacionar com a criança no computador. A necessidade de mediação do adulto é maior, ou melhor, sem ela o computador é usado para outras coisas, mas não para desenhar com o Logo. Então o papel mediador do computador não é construído de imediato, mas depende da intervenção do outro, adulto ou criança. A interação da "tartaruga" com a criança como se fosse um "outro" que precisa ser ensinado mas que possui um modo próprio de "entender" as instruções passa pela mediação do outro humano: a atribuição de significado à tartaruga é dado por esse outro ao propor a atividade de desenhar com a tartaruga. Concluindo, o papel da mediação por instrumento, um tema pouco explorado na literatura sócio-cultural, geralmente se refere a instrumentos que objetivam o controle da natureza. O papel do computador, utilizado com a linguagem Logo, tem sido geralmente estudado dentro da abordagem psico-genética, em situações clínicas onde a ação de programar é estudada como uma psico-gênese semelhante à psico-gênese da escrita. A ênfase é em detectar mecanismos e estádios dessa psico-gênese. Nossa perspectiva é captar o papel mediador desse instrumento na interação que ocorre na sala de aula entre a tríade criança/Logo/mediador e como essa interação altera/introduz

modos de aprender. Nesse sentido, esses resultados, embora preliminares, mostram algumas instâncias do papel mediador do Ambiente Logo na construção das funções mentais superiores, e da linguagem escrita.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Clements, D.H. e GULLO,D.F. (1984). "Effects of Computer Programming on Young Children's Cognition". *J. of Educational Psychology*,76, 1051-8.
- Lawler, R. W. (1985). *Computer Experience and Cognitive Development*. Chichester: Ellis Horwood.
- Luria, A. R. (1986) *Pensamento e Linguagem*. Porto Alegre: Artes Médicas. Mindstons: Childrem, Computers and Powerful Ideas. Basic , New York
- Papert, S. (1980). *Mindstorms*. Brighton: Harvester Press.
- Papert, S. (1987). A Critique of Technocentrism in Thinking about the School of the Future. Sofia, Bulgária, May 1987.
- Ripper, A. V. (1985). O Computador Chega à Escola. Para Que? in *Revista Tecnologia Educacional*: ano XII nº 52,40-43; maio/junho 83.
- Ripper, A. V. (1990). "A Logo-Based Learning Environment for the Study of Written Language Acquisition". Paper presented at the East/West Invitational Seminar on New Technologies in Education. Leningrado.
- Turkle, S. (1984). *The Second Self - Computers and the Human Spirit*. London: Granada.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. Cambridge, MA. Harvard University Press.
- Vygotsky, L. S.,(1986) *Thought and Language*. Cambridgde, MA. MIT Press.
- Vygotsky, L. S., Luria, A. R. e Leontiev, A. N. (1988) *Linguagem, Desenvolvimento e Aprendizagem*. São Paulo: Ícone/EDUSP.



## CAPÍTULO 10

### O FAZER MUSICAL EM UM CONTEXTO COMPUTACIONAL

Maria Cecília Martins\*

#### INTRODUÇÃO

No ensino musical tradicional observamos uma situação na qual as pessoas passam vários anos estudando técnicas, praticando movimentos necessários para tocar um instrumento, aprendendo a decodificar partituras, porém a maioria não se utiliza dessa linguagem musical para realizar suas próprias composições. Por que isso ocorre? Em parte é porque essa concepção de ensino parece não tratar a criação musical como um processo passível de aprendizagem.

Convivemos ainda com posturas que tratam a música como um domínio separado das demais atividades pelas quais o indivíduo conhece o mundo e, em decorrência, tal atividade passa a não fazer parte do âmbito escolar.

Hoje em dia começa-se a admitir que processos de criação estão implícitos em todas as atividades humanas e não só nas artes. Já se admite que os processos de criação pressupõem o desenvolvimento de algumas habilidades tais como observação, análise, síntese, independência de ação e de pensamento, aproveitamento de erros e desacertos, e utilização do acaso (Novaes, 1992). Enquanto modalidade do saber, na música realizam-se processos que envolvem possibilidades cognitivas tais como: memória, imaginação, abstração, comparação e generalização.

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

Tornar acessível o contato dos indivíduos com o domínio musical, através de exploração de sons e de elaboração de desenvolvimentos musicais, significa apresentar aos mesmos mais uma possibilidade de leitura do mundo, de atuação e de compreensão desse mesmo mundo em suas múltiplas manifestações.

Temos cada vez mais nos confrontado com a necessidade de se favorecer oportunidades para os indivíduos expandirem suas habilidades nos campos da ciência, arte, cultura ou tecnologia. Surge a necessidade de se abrir o leque de opções e recursos que facilitem o desenvolvimento potencial do indivíduo para que ele possa ter uma participação ativa e fazer frente às demandas da sociedade e da cultura à qual pertence.

No campo da tecnologia já encontramos ferramentas computacionais altamente sofisticadas na área de música, sendo que grande parte delas está projetada para uso dos especialistas na área, ou seja, por pessoas que já têm conhecimento formalizado do domínio em que atuam. Sendo assim, surge a necessidade de se oferecerem ferramentas computacionais que auxiliem o "fazer musical" dos aprendizes.

A linguagem de programação Logo, em razão do seu cunho educacional - que busca fornecer possibilidades para as pessoas construírem seu conhecimento através do fazer e do refletir sobre esse fazer - apresenta-se como uma proposta válida para se propiciar o acesso do indivíduo ao campo musical. A linguagem Logo possui um comando que possibilita o uso do som e possui conceitos computacionais que são importantes para serem manipulados por apresentarem correspondência com conceitos musicais.

Neste capítulo inicialmente iremos nos ater ao modo como, em geral, se dá o acesso das pessoas ao domínio musical em contextos educacionais. Posteriormente serão abordadas algumas das idéias que permeiam os ambientes computacionais de aprendizagem que utilizam a linguagem Logo e, finalmente, tentaremos relacioná-las ao contexto musical.

## AMBIENTES DE APRENDIZAGEM MUSICAL

Numa concepção educacional tradicional, tanto no contexto musical como em outros contextos mais, verificamos que se dá ênfase à simples reprodução de conteúdos e não se valoriza a experimentação e nem se trabalha a construção do conhecimento.

Nessa concepção, a música é tida como algo pronto a ser reproduzido. O aprendiz é considerado apenas um intérprete que deverá reproduzir algo já elaborado. A atuação do indivíduo, na maioria das vezes, é reduzida a um decorar de regras e sinais, prática essa distante de uma vivência prazerosa com a linguagem musical. O que perpassa nesse ambiente de aprendizagem é uma insatisfação do aluno e desinteresse, pois ele não consegue ter acesso à vivência musical propriamente dita.

Atualmente, porém, já deparamos com novas posturas diante da aprendizagem e do processo educacional. Novas propostas educacionais passam a valorizar a liberdade de expressão associada à experimentação e à reflexão sobre o fazer. O aluno assume o papel de investigador e criador, e a música passa a ser tratada como algo a ser experienciado e construído pela ação do indivíduo.

Um exemplo dessa abordagem são as propostas que estabelecem um contato inicial com o domínio musical a partir de sons da natureza ou de sons do cotidiano. Essas propostas possibilitam ao aprendiz o desenvolvimento de projetos musicais que são promovidos através de algumas atividades como:

- explorar diversas fontes sonoras ou diferentes maneiras de fazer soar objetos inseridos no ambiente;
- gravar e escolher sons gerados a partir dessa exploração;
- elaborar representações gráficas que caracterizem os eventos sonoros escolhidos;
- organizar o material selecionado;
- executar e analisar o material musical desenvolvido.

Uma frase que retrata bem essa nova postura quanto à aprendizagem musical é a expressa pelo compositor e educador Murray Shafer:

*"Como músico prático, considero que uma pessoa só consiga aprender a respeito de som produzindo som, a respeito de música, fazendo música. Todas as nossas investigações sonoras devem ser testadas empiricamente, através dos sons produzidos por nós mesmos e do exame desses resultados"* (Shafer, 1992, p.68)

Paralelamente às transformações ocorridas quanto ao enfoque educacional, o domínio musical apresenta-se em constante ampliação devido, em parte, ao emprego de novas tecnologias para o indivíduo se expressar nesse contexto.

Sendo assim, aliado às novas concepções quanto aos ambientes de aprendizagem, o computador aparece como uma das ferramentas importantes para estar disponível em tais ambientes, pois devido às suas características, viabiliza uma outra forma de resgate, descrição e representação do conhecimento. Como aborda D'Ambrósio (1990, p.43), *"formas alternativas de conhecer, de fazer e de explicar, nos oferecem uma oportunidade de refletir mais profundamente sobre nossa própria forma de conhecer, de fazer e de explicar"*.

O computador é uma máquina que possibilita a criação, manipulação e execução simbólica de objetos. Se inserido num ambiente de experimentação, pode possibilitar ao indivíduo "dar formas às suas idéias", analisá-las e modificá-las. E, em decorrência desse processo, construir conhecimento sobre o domínio musical.

A concepção que temos sobre ambientes de aprendizagem musical inspira-se nas idéias de Papert sobre aprendizagem e computadores. Papert (1991) enfatiza a idéia de que as pessoas ativamente constroem o conhecimento através de suas experiências no mundo e que, para a construção de conhecimento, dois fatores são igualmente importantes: as ferramentas de construção e os ambientes de aprendizagem.

No contexto do ensino, aborda-se que a aprendizagem de um conceito novo para o indivíduo em um determinado domínio do conhecimento não ocorre apenas quando ele expressa a definição de tal conceito. Antes disso, o indivíduo precisa experimentar o conceito em

diferentes contextos. Através destas experiências ele gradualmente reorganiza seu conhecimento, estabelecendo relações cada vez mais complexas.

Papert evoca também a idéia do "aprender fazendo". Essa idéia não é nova. Como foi exposto anteriormente, ela já existe em algumas propostas educacionais em música, porém tem sido restringida pelas poucas "possibilidades do fazer" disponíveis. O computador, aparece como uma das possibilidades de se "promover o fazer", ou seja, oferece subsídios para que os indivíduos realizem projetos complexos nos quais eles implementem uma grande variedade de conhecimentos (Falbel, 1991).

Segundo Papert, a aprendizagem flui melhor quando os indivíduos estão engajados na construção de um produto significativo para eles ou para as pessoas envolvidas no contexto da aprendizagem. Enquanto ambientes de aprendizagem também perpassa a idéia de que quanto mais opções de escolha o indivíduo tiver para construir e criar, maior a probabilidade de engajar-se na atividade.

## LOGO-MÚSICA

Logo-música refere-se basicamente à entrada ao contexto musical através do comando **toque**, as estruturas dessa linguagem de programação que é de propósito geral.

Falar em Logo-música nos leva a pensar no que pode ser considerado uma "porta de entrada" para a música via Logo.

Quando buscamos tratar alguma área do conhecimento no contexto computacional é importante levantarmos os conceitos que permeiam tal domínio para ver as possibilidades de deixá-lo acessível para o uso.

Podemos pensar também em estabelecer relações entre os conceitos musicais e os conceitos de programação propiciados por essa linguagem. Isso vai depender da idéia de música que temos, do objetivo traçado a partir dessa idéia, e conseqüentemente, do destaque de quais

conceitos seriam importantes para um contato inicial das pessoas com tal domínio.

A área de conhecimento musical é ampla, possibilitando vários enfoques e implicações. Se fôssemos, por exemplo, abordar o conhecimento musical já formalizado, implicaria em termos que apropriarmos dos símbolos e das representações construídos ao longo do tempo e dos sistemas e regras que caracterizam os movimentos musicais de cada época. Poderíamos, por outro lado, ter um contato inicial com esse conhecimento através dos elementos básicos do domínio musical, tais como o som e suas propriedades, sequência e agrupamento de sons, repetições e variações de tais agrupamentos. É esse segundo caminho que vamos explorar neste capítulo.

Buscando configurar o contexto Logo-música que estamos tratando, tentaremos estabelecer relações entre conceitos computacionais e idéias musicais.

As relações musicais serão expostas a partir da abordagem do compositor Schoenberg (1991) decorrente de suas preocupações educacionais em seu trabalho com estudantes de composição. Schoenberg percebeu que a grande dificuldade dos alunos em compor era a falta de "inspiração". Para ajudá-los a lidarem com essa dificuldade, propunha problemas musicais que deveriam ser desenvolvidos de diferentes formas para que, ao experienciá-las, construíssem suas conceituações musicais e possíveis formas de utilizá-las.

*"...nos estágios iniciais, a invenção do compositor raramente flui com liberdade, pois o controle dos fatores melódicos, rítmicos e harmônicos impede a concepção espontânea das idéias musicais. É possível, então, estimular as faculdades criativas... no princípio, tais tentativas podem ser forçadas e deselegantes, mas, com o fazer, a coordenação dos vários elementos se tornará cada vez mais fácil, até que se adquira uma real fluência e expressividade..."* (Schoenberg, 1991 p. 30)

A partir do que expõe esse compositor, a atividade de compor pode ser vista como um processo no qual o indivíduo vai aos poucos expondo suas idéias musicais e fazendo relações cada vez mais complexas a partir de sua atuação com os elementos pertencentes ao campo musical.

Mas, como o indivíduo pode, através do Logo, expor idéias musicais e estabelecer relações entre elas? A maneira de se fazer isso é variada, porém, enquanto ambiente de aprendizagem, é importante que possibilite o processo de construção e interação do indivíduo com o artefato que constrói, que possibilite ao mesmo "dar formas às suas idéias", analisá-las e depurá-las.

A seguir serão apontadas algumas relações entre Logo e música. Serão utilizados como exemplo, procedimentos elaborados por participantes de uma oficina de trabalho Logo-música (Martins & Rocha, 1992).

## CONCEITOS MUSICAIS VIVENCIADOS ATRAVÉS DA LINGUAGEM LOGO

### O Evento Sonoro

O evento sonoro é composto por 4 parâmetros: frequência, duração, volume e timbre. A idéia de evento sonoro tem sua correspondência no Logo através do comando **toque**, diferenciando apenas por apresentar o parâmetro do timbre de forma fixa. No comando **toque** o parâmetro canal, que possibilita a emissão de até três sons simultaneamente.

Assim sendo, o comando **toque** acrescido da especificação de 4 parâmetros define o som a ser produzido.

Ex: toque            0                    213                    8                    100  
                         ↓                    ↓                    ↓                    ↓  
                         canal            frequência        volume            duração

Se quisermos escrever um programa para tocar vários sons, teremos que definir os 4 parâmetros para a emissão de cada som.

Ex: toque 0 3500 2 5  
      toque 0 3505 2 5

A partir desse comando os indivíduos podem começar a se expressar no contexto musical, através de combinações e variações estabelecidas entre os parâmetros do evento sonoro.

Por exemplo, se quisermos um segmento com mais tempo de duração alteramos o parâmetro referente à duração:

```
Ex: toque 0 3500 2 20
    toque 0 3505 2 20
```

Se quisermos sons mais audíveis alteramos o volume:

```
Ex: toque 0 3500 7 20
    toque 0 3505 7 20
```

Para que esses dois sons ocorram simultaneamente, especificam-se canais diferentes para a emissão dos sons:

```
Ex: toque 0 3500 7 20
    toque 1 3505 7 20
```

A manipulação desse único comando já possibilita inúmeras alterações e combinações entre os parâmetros do som, possibilitando aos indivíduos explorarem vários conceitos.

### Frases Musicais

A elaboração de sequências de eventos sonoros possibilita a elaboração de frases musicais, que, como diz Schoenberg (1991): *"é uma espécie de molécula musical constituída por algumas ocorrências musicais, dotada de uma certa unidade e adaptável à combinação com outras unidades similares"*.

No Logo a produção de uma frase musical pode ser obtida através de uma sequência de comandos **toque**:

```
toque 0 3500 7 20
toque 1 3505 7 20
espere 21
toque 0 4000 7 10
toque 0 3500 7 10
toque 0 2000 7 5
toque 0 1500 7 5
```

```
toque 0 1750 7 5
toque 0 1575 7 5
```

Usando a estrutura de procedimento e subprocedimentos fornecida pela linguagem, pode-se nomear a frase armazenando-a de forma que possa ser reutilizada, conforme o exemplo a seguir:

```
aprenda guer1
toque 0 3500 7 20
toque 1 3505 7 20
espere 21
toque 0 4000 7 10
toque 0 3500 7 10
toque 0 2000 7 5
toque 0 1500 7 5
toque 0 1750 7 5
toque 0 1575 7 5
fim
```

Para ser emitida a frase armazenada escreve-se o nome dado ao procedimento:

```
? guer1
```

Uma vez definidos os procedimentos, estes podem ser reutilizados ou combinados entre si e armazenados em novos procedimentos.

Sendo assim, podem-se, por exemplo, escrever outras frases semelhantes quanto à intensidade e à duração, porém diferentes quanto à frequência.

```
aprenda guer2                                aprenda guer3
toque 0 3500 * 0,9 7 20                       toque 0 3500 * 0,8 7 20
toque 1 3505 * 0,9 7 20                       toque 1 3505 * 0,8 7 20
espere 21                                       espere 21
toque 0 4000 * 0,9 7 10                       toque 0 4000 * 0,8 7 10
toque 0 3500 * 0,9 7 10                       toque 0 3500 * 0,8 7 10
toque 0 2000 * 0,9 7 5                         toque 0 2000 * 0,8 7 5
toque 0 1500 * 0,9 7 5                         toque 0 1500 * 0,8 7 5
toque 0 1750 * 0,9 7 5                         toque 0 1750 * 0,8 7 5
toque 0 1575 * 0,9 7 5                         toque 0 1575 * 0,8 7 5
fim                                             fim
```

A partir disso, pode-se, por exemplo, fazer combinação com essas unidades similares, criando outro procedimento que tenha essas frases como elemento:

```
aprenda guer
guer1
guer2
guer3
fim
```

Com o procedimento **guer** executa-se um conjunto sonoro maior composto por frases semelhantes porém decrescentes quanto à frequência.

## Motivo Musical e Repetição

A idéia de repetição também é bastante utilizada em música. Como diz Schoenberg (1991, p.30) *"um motivo aparece continuamente no curso de uma obra...o motivo se vale da repetição que pode ser literal ou modificada..."*

Na criação de motivos musicais a repetição é uma operação que tem um papel fundamental, o mesmo ocorrendo em Logo.

O procedimento abaixo (**mguer**) exemplifica a repetição de alguns conjuntos de sons (**guer1, guer2, guer3**) através do comando **repita**.

```
aprenda mguer
repita 2 [ guer1 guer2 ]
repita 2 [ guer2 guer3 ]
guer1
fim
```

## Variação

Quanto à idéia de variação em música, Schoenberg comenta que:

*"a variação exige a mudança de alguns fatores menos importantes e a conservação de outros mais importantes... a determinação dos elementos mais importantes depende do objetivo composicional"* (Schoenberg, 1991, p.36).

O mesmo autor comenta também que:

*"tal exploração de recursos de variação pode ser de grande auxílio para aquisição de habilidade técnica e para o desenvolvimento de uma rica faculdade criativa"* (Schoenberg, 1991, p.38).

A idéia de variação em música pode encontrar correspondência no Logo através da utilização de procedimentos com parâmetros.

Como foi apresentado anteriormente, através do procedimento **guer1** temos a definição de um determinado conjunto de sons. Podemos manter e variar algumas características do conjunto. Como por exemplo, pode-se manter as relações estabelecidas entre as durações dos sons e entre as intensidades, e variar apenas o parâmetro relativo às frequências. Uma forma de se fazer isso é redefinir o procedimento (**guer1**) colocando um parâmetro (:f) :

```
aprenda guer1 :f
toque 0 3500 * :f 7 20
toque 1 3505 * :f 7 20
espere 21
toque 0 4000 * :f 7 10
toque 0 3500 * :f 7 10
toque 0 2000 * :f 7 5
toque 0 1500 * :f 7 5
toque 0 1750 * :f 7 5
toque 0 1575 * :f 7 5
fim
```

Através da definição do procedimento variável quanto à frequência, podemos criar um segmento sonoro maior através da repetição diferenciada desse mesmo conjunto. O procedimento **mguer** ilustra isso.

```
aprenda mguer
guer1 1
guer1 0,9
guer1 0,8
guer1 0,7
guer1 0,6
guer1 0,5
guer1 0,4
guer1 0,3
guer1 0,2
guer1 0,1
fim
```

Em **mguer** o sub-procedimento **guer1** aparece várias vezes decrescendo gradativamente o parâmetro (:f), obtendo com isso, conjuntos de sons equivalentes, com frequências cada vez menores.

## EXPERIÊNCIAS COM LOGO-MÚSICA

Foram realizadas duas oficinas de trabalho com Logo-música no NIED/UNICAMP. A primeira oficina ocorreu em 1990 com a participação de 12 profissionais da Educação que possuíam conhecimento na linguagem de programação Logo mas não necessariamente em música (Martins & Baccarelli, 1990). A segunda ocorreu em 1992 com 6 profissionais da área musical (compositores, instrumentistas e professores de música) que não tinham conhecimento da linguagem de programação Logo (Martins & Rocha, 1992).

Ambas oficinas objetivavam levar o indivíduo a realizar suas criações musicais via Logo. Apesar de terem objetivos similares, as oficinas foram desenvolvidas de maneiras diferentes considerando-se as diferenças de populações e de interesses. Aos sujeitos que já tinham familiaridade com os comandos do Logo e com as estruturas da linguagem, foi oferecida uma abordagem musical através da qual iniciaram suas explorações. Já para os participantes da segunda oficina, considerou-se que, por serem atuantes na área musical, teriam uma certa flexibilidade em fazer explorações com o som. Sendo assim, o acesso à essa linguagem de programação foi apresentado através do comando da linguagem que emite som (**toque**) juntamente com outros comandos da linguagem, como já pôde ser apontado durante este capítulo.

Para efeito deste tópico, serão descritos alguns aspectos relativos à primeira oficina.

Nessa oficina foi implementado um mini-software em Logo (baseado em Gargarian, 1990) com o objetivo de indicar às pessoas a possibilidade deles programarem pequenos trechos musicais e aplicarem algumas operações musicais sobre os mesmos utilizando-se do recurso de listas disponível no Logo.

No mini-software optou-se por usar apenas as frequências sonoras que correspondiam às notas musicais convencionalmente utilizadas (do, do#, ré, re#, mi, fa, fa#, sol, sol#, la, la#, si). Isso, em Logo, foi realizado através do comando **atribua**.

```
Ex: atribua "do 131
    atribua "do# 139
    atribua "re 147
    atribua "re# 156 , etc...
```

O mini-software era composto por notas, comandos e operações musicais. Estes recursos definidos no mini-software assumiam diferentes papéis. As notas configuravam o sistema musical utilizado, os comandos musicais tocavam os trechos musicais conforme eram organizados e as operações davam "dinamismo" para a construção da composição.

Os comandos musicais fornecidos mantinham fixos os parâmetros relativos ao canal e ao volume e possibilitavam tocar:

- uma nota musical com determinada duração, como, por exemplo:  
`toca.nota [la 50]`
- uma sequência de notas, como, por exemplo:  
`toca.nota [[sol 10] [mi 10] [re 10] [do 20]]`
- ou, ainda, uma sequência de encadeamentos previamente armazenados na memória, como, por exemplo:  
`toca.frases [ [frase2] [frase3] ]`

As operações musicais, do ponto de vista composicional, são mecanismos que possibilitam as pessoas trabalharem dinamicamente um conjunto de informações musicais em suas criações. Na criação de um desenvolvimento musical, além de se pensar sobre quando e quantas vezes usar determinadas frases, pode-se pensar em transformar os elementos da própria frase. Um exemplo desses mecanismos de transformação é a inversão, que consiste em executar uma frase na ordem inversa a que ela foi definida. No mini-software a inversão era viabilizada da seguinte maneira:

```
toca.frase inverte [ [sol 10] [mi 10] [re 10] [do 20] ]
```

A partir destes recursos apresentados, os participantes fizeram diversas explorações de idéias composicionais, sendo que alguns chegaram a expandir o mini-software definindo outras operações musicais.

Numa análise geral das atividades realizadas pelos indivíduos durante a oficina pode ser percebida uma certa dinâmica na exploração do contexto em que estavam atuando.

As atividades realizadas ora estavam centradas na exploração inicial do material fornecido; ora na "tradução" de músicas já conhecidas para o contexto computacional proposto; e ora estavam centradas no desenvolvimento de idéias musicais próprias.

Na exploração inicial do material os indivíduos buscavam basicamente aprender o funcionamento dos recursos do mini-software e os efeitos sonoros produzidos a partir dos mesmos.

A atividade de "tradução" de músicas exigia que o indivíduo especificasse, via Logo, as seqüências de notas e durações correspondentes à música conhecida. Essa atividade para alguns mostrou-se extremamente difícil pois exigia uma certa familiaridade auditiva para fazer tais correspondências.

A atividade na qual são feitas músicas próprias é que melhor retrata o movimento de apropriação do indivíduo ao domínio musical. Os procedimentos apresentados a seguir apontam para o movimento do indivíduo em atuar musicalmente, elaborando uma idéia musical própria através da aplicação de contrastes, variação e repetição dos elementos sonoros utilizados:

Em **can** o aluno definiu algumas seqüências de notas e suas durações:

```
aprenda can
atribua "f1 [ [do1 20] [re1 20] [do1 20] [re1 50]
atribua "f2 [ [do1 20] [re1 20] [fa1 20] [sol1 50]
atribua "f3 [ [la1 20] [sol1 20] [mi1 20] [re1 50]
atribua "f4 [ [do1 20] [la0 20] [do1 20] [re1 50]
atribua "f5 [ [do1 20] [la0 20] [do1 20] [do1 50]
fim
```

Esse conjunto de frases implementam uma idéia melódica com início, desenvolvimento e finalização. São usadas frases com o mesmo número de elementos e com uma determinada proporção entre as durações das notas o que dá ao conjunto um ritmo regular.

Em **can1** o aluno especifica o conjunto de frases que formam sua nova melodia. São repetidas as quatro primeiras frases e colocada a quinta frase no final da repetição, aumentando assim o tempo de ocorrência da música.

```
aprenda can1
toca.frases [ f1 f2 f3 f4 f1 f2 f3 f4 f5 ]
fim
```

Com o procedimento **mudar** o aluno toca a melodia inicial com os mesmos segmentos, porém, na ordem inversa.

```
aprenda mudar
toca.frases inverte [ f1 f2 f3 f4 f5 ]
fim
```

Com o procedimento **sorte.frases** são exploradas variações com inversões e aleatoriedade, possibilitando que, em cada execução do procedimento, se produza um conjunto sonoro diferenciado, porém, com início e finalização idênticos..

```
aprenda sorte.frases
toca.frase :f1
atribua "r sorteieaté 3
se :r = 0 [toca.frases [f2 f3] toca.frase inverte f4]
se :r = 1 [toca.frases [f2] toca.frases iverte :f3
toca.frases [f4] ]
se :r = 2 [toca.frases inverte :f2 toca.frases [f3 f4] ]
toca.frase f5
fim
```

Através destes exemplos o que é importante ressaltar é que, o processo do indivíduo em elaborar esses procedimentos, envolveu atividades de descrição, depuração e reflexão sobre o seu fazer musical. Essa experiência exemplifica também como o computador, juntamente com a linguagem e as operações musicais disponíveis, aparecem como uma ferramenta e como um meio no qual o indivíduo pode atuar musicalmente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como foi apontado ao longo do texto, Logo possui primitivas e estruturas de linguagem que possibilitam trabalhar o domínio musical num nível inicial.

Esse ambiente, porém, pode ser enriquecido com ferramentas que sejam acessíveis às pessoas que queiram atuar no domínio. Nas oficinas de trabalho Logo-música, realizadas com especialistas e não especialistas no domínio musical, puderam ser detectadas algumas limitações do ambiente. Uma delas refere-se à forma estritamente textual através da qual os dados são apresentados ao usuário. Evidencia-se a necessidade de ampliar o ambiente oferecendo outros componentes como, por exemplo, representações visuais que explicitem os atributos dos sons; os segmentos sonoros gerados; e as possíveis modificações realizadas sobre tais segmentos. Ao ambiente devem ser implementadas formas diferentes de representar o que está sendo executado, seja textualmente, graficamente ou estruturalmente.

Essas implementações se fariam com a intenção de facilitar a interação entre o usuário e o computador, pois tal como Turkle, S. e Papert, S. (1990) comentam, várias são as formas pelas quais os indivíduos se relacionam com os objetos com que trabalham. Alguns preferem tratar os objetos como entidades abstratas para serem manipulados através de operações formais, outros preferem vislumbrar as transformações ocorridas sobre objetos dentro do sistema em que estão inseridos. Os objetos computacionais caracterizam-se por serem ambivalentes quanto à sua natureza. Podem ser abordados como objetos físicos e, portanto, passíveis de serem vistos, movimentados, como também podem ser abordados enquanto objeto abstrato. Pertencer, ao mesmo tempo, ao mundo "das idéias" e "das coisas" significa que os objetos computacionais podem oferecer acesso físico aos sistemas formais.

O computador pode ser uma das ferramentas disponíveis para o acesso do indivíduo ao domínio musical. A linguagem Logo pode ser um meio de utilizar essa ferramenta desde que sejam ampliadas algumas características do ambiente. Alguns dos tópicos em estudo referem-se à essas modificações, que visam formar um ambiente que ofereça maiores oportunidades para a criação musical.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- D'Ambrósio, U. (1990). *Etnomatemática: Arte ou técnica de explicar e conhecer*, Ed. Ática S.A., São Paulo.
- Falbel, Aaron (1991). The computer as a convivial tool, em I. Harel e S. Papert, *Constructionism*, Ablex Publishing Corporation, New Jersey, USA.
- Gargarian. (1990). *A Logo Microworld on Musical Form*, MIT, USA.
- Martins, M. C. e Baccarelli, R. M. (1990). 1ª Oficina de Informática na Educação - Tema: O papel da descrição, da reflexão e da depuração na aprendizagem - Módulo: Logo-Música, MEMO: NIED/UNICAMP, Campinas, SP (no prelo).
- Martins, M. C. (1991) Uma experiência musical usando Logo, *NIED-MEMO*, Campinas, SP (no prelo).
- Martins, M.C. e ROCHA, H. V. (1992). Mini-Oficina de Trabalho Logo-música, *NIED-MEMO*, Campinas, SP (no prelo)
- Novaes, M. H. (1992). *Psicologia da educação e prática profissional*, Ed. Vozes, Petrópolis, RJ
- Papert, S. (1991). *Situating Constructionism.*, Em I. Harel e S. Papert, *Constructionism*, Ablex Publishing Corporation, New Jersey, USA.
- Schafer, R. M. (1991). *O ouvido pensante* - tradução M. T. Fonterrada, M. R. G. Silva, M. L. Pascoal, Ed. Universidade Estadual Paulista, São Paulo, original publicado em 1986.
- Schoenberg, Arnold (1991). *Fundamentos da Composição Musical*, traduzido por Eduardo Seineman, São Paulo, Ed. Universidade de São Paulo, original publicado em 1967.
- Turkle, S.; e Papert, S (1990). *Gender and Programming: Styles and Voices within the Computer Culture*, MIT, USA



## CAPÍTULO 11

# A IMPORTÂNCIA DA HEURÍSTICA NO PROCESSO DE CONSTRUÇÃO DE NOÇÕES GEOMÉTRICAS EM AMBIENTES INFORMATIZADOS

Rosana Giaretta Sguerra Miskulin\*

*"Existe a crença de que só se pode programar o que se compreende perfeitamente. Essa crença ignora a evidência de que a programação, como qualquer outra forma de escrita, é um processo experimental. Programamos como redigimos, não porque compreendemos, mas para chegar a compreender". (Weizenbaum, J., 1981)*

### INTRODUÇÃO

Ao refletirmos sobre a Educação Matemática, e mais especificamente sobre o Ensino da Geometria nos cursos de 1º e 2º graus, nos deparamos com uma situação caótica, onde o desenvolvimento dos conceitos se dá pela vertente mecanicista, através de fórmulas e algoritmos. Esse fato, vem deixando de lado o raciocínio lógico e espacial, essenciais ao pensamento matemático. Tais tipos de pensamento podem e devem desenvolver, a criatividade do aluno, o seu senso crítico e o seu potencial de resolução de problemas, essenciais ao seu desenvolvimento tanto cognitivo quanto afetivo.

A Matemática, tornou-se para os alunos das escolas, "fazer contas", seguir fórmulas e regras de solução pré-determinadas. Perdeu-se, com isso, toda a parte criativa do aluno, a iniciativa do educando, restringindo assim, a sua possibilidade de investigar novos possíveis, e é

---

\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

esse aspecto, a investigação que é importante no processo de se "fazer matemática", pois é através dela, que o aluno vai poder gerar conjecturas, hipóteses, e verificar se elas de fato, são verdades.

Dessa forma, poderíamos inferir que a Geometria tem sido vista como um tópico da Matemática que maior aversão tem provocado aos que com ela convivem. Nota-se que a riqueza intuitiva dos alunos, em relação à Geometria foi "sufocada" pelo sistema escolar.

Jean Piaget, em seus estudos, sempre assinalou um papel privilegiado do espaço, e sempre deu grande relevância à Intuição Geométrica. O espaço possui um estatuto epistemológico especial, pois ao contrário da Linguagem, por exemplo, os significantes simbólicos visuais são da mesma natureza que seu significado. Por exemplo, a imagem de um quadrado é um quadrado, enquanto a palavra "quadrado" não é um quadrado (Gilliéron, 1987).

Apesar da problemática citada, nota-se que os estudantes apresentam curiosidade e interesse naturais pelas idéias geométricas, já que, a Geometria, sendo o estudo do espaço e das formas que o envolvem, está intimamente ligada com a realidade, fazendo parte do cotidiano do aluno, e além disso, se apresenta como um componente determinante na evolução histórica da Ethnociência.<sup>1</sup>

Tentando minimizar essa problemática o presente artigo, se propõe a mostrar o uso de uma estratégia metodológica alternativa, baseada em Logo e em Resolução de Problemas, para Ensino da Geometria e fundamentada na vertente construtivista, que pode redimensionar e até reverter o processo Ensino/Aprendizagem dessa Ciência, que ocupou lugar de destaque nos primórdios das Civilizações e que atualmente por vários aspectos, vem sendo relegada à segundo plano.

---

<sup>1</sup>Ethnociência: Etnomatemática é recorrente da Etnociência, refere-se à Matemática, que considera a Etnia. Tomando como ponto de partida a Etimologia, temos que: *Etno*: atualmente é aceito como algo muito amplo referente ao contexto cultural, a Etnia. *Mathema*: é uma raiz que vai na direção de explicar, conhecer, entender. *Tica*: vem de *techno*, que é a mesma raiz de arte e de técnica. Então Etnomatemática, é a arte ou técnica de explicar, de conhecer, de entender nos diversos contextos culturais.

## REFERENCIAL TEÓRICO<sup>2</sup>

A Epistemologia Genética de Jean Piaget, tem como objetivo, estudar como o conhecimento passa de um *estado de validade* inferior para um outro maior, superior. A Psicologia Genética, por sua vez, tem como fim o estudo da passagem de um *estado de equilíbrio* inferior à um outro, superior.

Hoje, as contribuições da Cibernética e da Inteligência Artificial, entre outros fatores, propiciaram o estabelecimento de relações entre a Epistemologia e a Psicologia Genéticas

Uma fecunda cooperação entre essas duas disciplinas se iniciou através das ligações entre os últimos trabalhos de Piaget, sobre as investigações psicológicas do sujeito cognoscente e os estudos desenvolvidos por Minsky, Papert, Cellier e Inhelder (Cellier, 1992).

De fato, a Escola de Genebra se propõe atualmente a investigar os procedimentos em jogo na Resolução de Problemas particulares, ou seja, a funcionalidade da inteligência, mais do que a análise estrutural, geral do pensamento.

Tal linha de investigação resgata os primeiros estudos de Piaget sobre a linguagem e pensamento da criança e sobre a inteligência sensório-motora, em que este autor, apresenta uma psicologia do funcionamento da inteligência. Ao mesmo tempo, a referida linha enriquece esses primeiros trabalhos de Piaget com processos psicológicos mais complexos, que dizem respeito à elaboração de procedimentos e à representação semiótica.

A Inteligência Artificial e os estudos sobre os processos de Resolução de Problemas, permitiram uma nova ótica do funcionamento intelectual, que visa as condutas do indivíduo, mostrando como este reorganiza seus objetivos para chegar a realizar suas tarefas. Centram-se pois, sobre o caráter temporal das condutas do sujeito psicológico e constituem as chamadas Microgêneses Cognitivas.

---

<sup>2</sup>Esse tópico do artigo, foi escrito pela presente autora com colaboração da Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Maria Teresa Eglér Mantoan

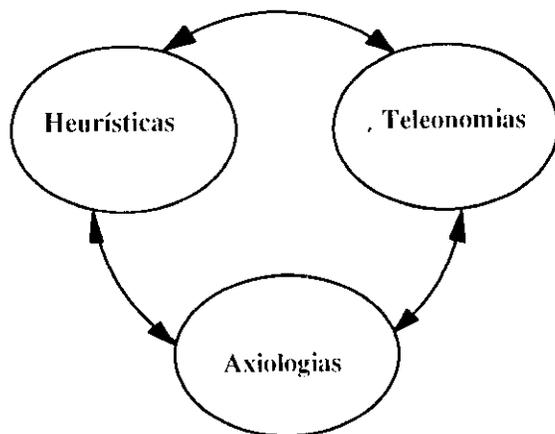
Essa abordagem da Inteligência Artificial, estuda e descreve os procedimentos do sujeito idiossincrático, cuja elaboração se efetua em contextos práticos e comuns, em uma escala temporal, destacando a interação entre o sujeito e o objeto e analisando em detalhes as condutas cognitivas, ou seja, os encadeamentos, os cortes de ações, a atribuição de significação às tarefas, as escolhas dos instrumentos de conhecimentos postos em ação e o controle e a pertinência das ações aos fins à que se propõe o sujeito.

A construção microgenética constitui um campo conceitual próprio para o estudo do funcionamento cognitivo, em período de conflitos, de transição, onde se verifica a abertura para novos possíveis e o predomínio das Acomodações (Diferenciações) sobre as Assimilações (Generalizações).

Esse tipo de pesquisa procura compreender como o sujeito controla informações que retira diretamente de suas ações, dos objetos e das relações entre ambos. Trata-se também das descrições que o sujeito faz ao atribuir significados. Destaca a influência das significações na representação das ações do sujeito, das suas relações com o objeto, em situação de Resolução de Problemas.

Os aspectos da atividade cognitiva privilegiados na perspectiva microgenética de análise, são aqueles que permitem estudar o sujeito cognoscente em suas intenções, valores e heurísticas. A dimensão teleonômica, diz respeito aos objetivos, fins, propósitos do sujeito ao agir, enquanto que a Axiologia, relaciona-se às avaliações, os valores que o sujeito atribui às suas próprias ações, com vistas à atingir objetivos determinados.

As heurísticas por sua vez são estratégias que o sujeito compõe, norteadas pelos seus objetivos, fins determinados e valores, levando em conta o que lhe é significativo, recuperando dessa forma a sua subjetividade no processo de redescoberta e busca em situações conflitantes. O diagrama a seguir ilustra a interpretação entre as dimensões funcionais do dinamismo microgenético. (figura 1):



**Figura 1 - Dinamismo das condutas cognitivas microgenéticas**

Finalmente a pesquisa microgenética ou funcional relaciona-se ao sujeito psicológico, mas reconhece igualmente o sujeito epistêmico. De certo, o conhecimento normativo, é próprio do sujeito epistêmico, e o conhecimento pragmático ou empírico é próprio do sujeito psicológico.

Esses dois tipos diferentes de conhecimento se complementam ao se analisar a compreensão do sujeito cognoscente, quando concebido como construtor ativo do conhecimento.

## **OBJETIVOS**

O objetivo principal desse artigo, é retratar ou delinear a inter-relação da Geometria da tartaruga que subjaz a Linguagem Computacional Logo, com algumas diferentes formas de abordagens que a Geometria sofreu ao longo das civilizações, tais como: a Geometria Intuitiva, a Geometria Euclideana e a Geometria Analítica.

Um objetivo mais amplo, seria traçar algumas considerações de natureza metodológicas decorrentes desse estudo, propiciando aos professores e pesquisadores desta área, um repensar sobre a sua prática pedagógica, redimensionando o processo Ensino/Aprendizagem da Geometria.

## METODOLOGIA

A estratégia metodológica alternativa, será implementada em um Estudo de Caso com enfoque qualitativo, onde será analisada a interação de um sujeito, que cursa a 2ª série do 2º grau da Rede Particular de Ensino de Campinas, São Paulo; que vem trabalhando com Logo, desde 1989, explorando conceitos matemáticos e geométricos intrínsecos nas situações-problemas propostas pelo pesquisador e também surgidas nessa interação, ao explorar informalmente a Geometria Plana.

Serão enfocados mais precisamente, os dados recolhidos durante as sessões do último semestre, onde o aluno trabalhou uma sessão por semana, com duração de 3 horas cada, perfazendo um total de aproximadamente 60 horas de trabalho.

A análise dessa interação se dará através dos processos cognitivos e computacionais do sujeito, resolvendo um dado problema matemático específico: a Relação de Pitágoras em três paradigmas distintos: Paradigma Tradicional, Paradigma Intuitivo e Paradigma Alternativo.

Essa análise se processará através do enfoque microgenético da atividade cognitiva, à partir da qual, os seguintes procedimentos metodológicos se fizeram presentes:

Gravações com fita cassete, cujo objetivo foi processar uma análise através da transcrição das atividades do sujeito e os respectivos processos de raciocínio descrevendo as suas condutas, e ressaltando suas heurísticas em três contextos distintos ao resolver o problema proposto. Esse procedimento metodológico possibilitou retomar a ação do sujeito em vários momentos, propiciando dessa forma a depuração e reestruturação da análise dos dados.

Depoimentos do sujeito, diálogos e comentários também foram considerados, principalmente quando se tratava de explicitações das estratégias utilizadas pelo sujeito ao resolver as situações-problemas.

Utilizou-se também nesse estudo: a leitura, análise e descrição dos arquivos dos procedimentos elaborados pelo sujeito e gravados em disquetes, para recuperar momentos da interação do sujeito com o computador.

Atividades extra-computador também foram desenvolvidas tais como: resolução do problema proposto no Paradigma Tradicional onde foram utilizados os métodos convencionais; resolução do problema proposto no Paradigma Intuitivo, onde se utilizou material concreto: como lápis, lápis colorido, papel e cartolina.

Finalmente no Paradigma Alternativo, ou seja, com a Geometria da Tartaruga a resolução do problema se processou à partir do momento em que o sujeito precisou reelaborar seus conhecimentos anteriores e adaptá-los ao novo sistema de representação.

O planejamento e reestruturação de cada sessão, se processou após análise, depuração e descrição das atividades realizadas, e para tanto, foram consideradas as intervenções do pesquisador, nos diferentes momentos desse estudo, as modificações que o sujeito fez ao programar, que foram decorrentes dos processos mentais pelos quais elas se efetivaram.

Essa análise se processou através dos processos cognitivos e computacionais do sujeito mencionado, resolvendo um dado problema matemático específico.

Os referidos processos foram considerados à luz da Análise Microgenética do comportamento cognitivo, isto é, aquela que diz respeito aos aspectos funcionais do sujeito ao real.

Em outras palavras, trata-se de uma análise que se refere à pertinência dos conhecimentos em um dado contexto, onde serão levados em conta os sistemas axiológicos do sujeito, ou seja, os valores, a importância que ele atribui às suas estratégias, a criação das heurísticas no processo de investigação, busca e descoberta para resolver problemas geométricos em ambientes informatizados ou não.

Mas o que é uma Heurística? Heurística é o método analítico para descobrir a verdade científica. Os aspectos teleonômicos, também fundamentais na análise microgenética, constituem: os fins, as intenções, os objetivos que o sujeito possui, ao percorrer um determinado caminho, ao investigar uma heurística, através de estratégias, ao tentar solucionar o problema proposto.

Será traçado nesse artigo, uma relação dialógica entre a descrição dos processos de resolução de problemas e os componentes funcionais dos processos mentais do sujeito, diante de uma situação-problema nos três paradigmas diferentes.

## DESCRIÇÃO E ANÁLISE LOCAL DOS PROCEDIMENTOS DO SUJEITO

Essa descrição será recortada em três momentos como já foi citado anteriormente:

### Paradigma Tradicional

O experimentador colocou a seguinte questão para o sujeito: Como você mostraria que existe a Relação ou o Teorema de Pitágoras em triângulos retângulos?

A resposta do sujeito foi pronta:

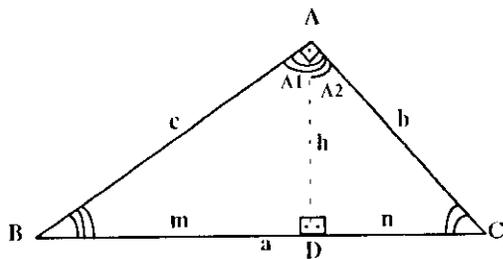
*"O Teorema de Pitágoras só vale para o Triângulo Retângulo".*

Em seguida então, foi colocada uma outra questão, qual seja: Se o sujeito achava possível demonstrar com um outro argumento, essa relação, dado que o proferido por ele, não parecia suficiente como resposta.

De fato, era esperado que o sujeito afirmasse que o Teorema de Pitágoras é válido para todos os triângulos retângulos, isto é, os triângulos retângulos pitagóricos (cujos lados estão na proporção 3; 4; e 5 e seus múltiplos) e para os triângulos retângulos também não pitagóricos, ditos imperfeitos.

Em resposta à essa 2ª solicitação, o sujeito, descreveu as relações métricas do triângulo retângulo ABC, conforme o que se segue:

Dado o Triângulo retângulo ABC (reto em  $\hat{A}$ ,  $\hat{A} = 90^\circ$ ), abaixo: as seguintes relações são válidas:



1.  $b^2 = a.n$
2.  $c^2 = a.m$
3.  $a.h = c.b$
4.  $a^2 = b^2 + c^2$   
(Teorema de Pitágoras)
5.  $h^2 = m.n$

Novamente, observa-se na estratégia<sup>3</sup> escolhida pelo sujeito, que não há um esforço de sua parte para descobrir um meio próprio, uma estratégia própria de responder a questão.

O sujeito apenas reproduziu o que "aprendeu" sobre a Relação de Pitágoras na escola, no paradigma tradicional.

Para ilustrar essa afirmação disse:

*" Eu decorava, não entendia direito, agora no 2º colegial, é que eu "entendi", pois a professora foi demonstrando na lousa uma por uma, as relações métricas do Triângulo Retângulo ABC".*

Esse entendimento contudo, não parece significar uma compreensão do teorema, pois caso contrário, o sujeito teria se comportado de outra maneira, isto é, teria uma estratégia original, própria daqueles que dominam uma noção em sua plenitude. O comportamento do sujeito sugere que é possível que ele não seja capaz de aplicar o conceito envolvido no Teorema de Pitágoras, em outros contextos, como por exemplo, utilizando a Geometria da Tartaruga, ou mesmo aplicar o Teorema utilizando material concreto.

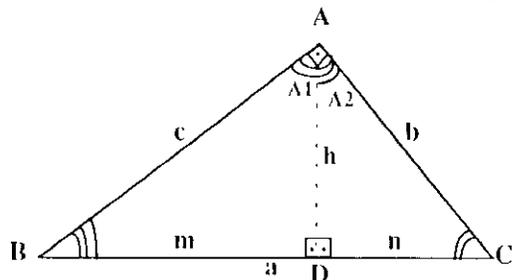
Em uma palavra, será realmente que o sujeito construiu a Relação de Pitágoras? De fato, a construção de uma noção do ponto de vista microgenético, implica na elaboração de estratégias próprias, utilizando conhecimentos anteriores, advindos de outros contextos, aplicados à situações novas.

---

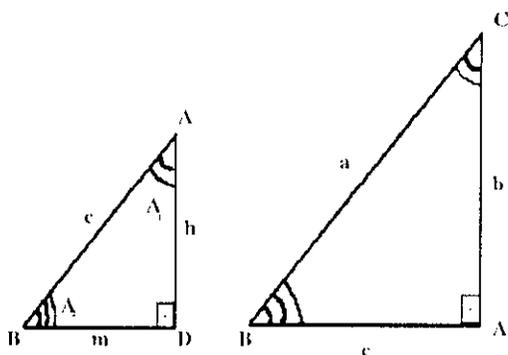
<sup>3</sup>Estratégia é o resultado do processamento por cada sujeito, da informação que ele capta da realidade, ou da situação e que se manifesta em ação.

Além disso, investiga como o sujeito avalia suas ações e as informações de que dispõe para atingir os fins, os objetivos a que se propõe. No caso, o sujeito procura atingir a Relação de Pitágoras, usando a heurística dos Casos de Semelhança de Triângulos, apresentada abaixo nos itens que se seguem:

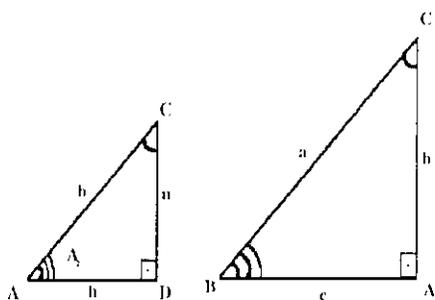
Relações Métricas em um triângulo retângulo:



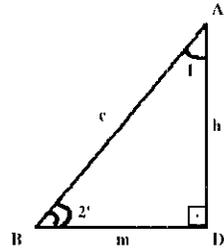
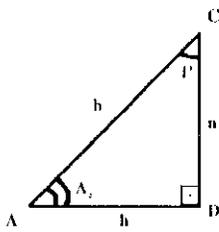
$\triangle ABC$  (retângulo em A)  
 $m$ : projeção de AB sobre BC  
 $n$ : projeção de AC sobre BC  
AD altura com relação à hipotenusa BC



$\triangle ADB \sim \triangle CAB$   
 $\hat{A} = \hat{D} (90^\circ)$      $c/a = h/b = m/c$   
 $B$ : ângulo comum     $c \cdot b = a \cdot h$   
Então  $\hat{A}_1 = C$



$\triangle CDA \sim \triangle CAB$   
 $C$ : ângulo comum     $b/a = n/b$   
 $D = \hat{A} (90^\circ)$      $b \cdot b = a \cdot n$   
Então:  $\hat{A}_2 = B$      $b \cdot c = a \cdot h$



$$\triangle CDA \sim \triangle A_1DB$$

$$b/c = n/h = h/m$$

$$h \cdot h = n \cdot m$$

$$D \cong D (90^\circ)$$

$$\hat{A}_1 \cong C$$

$$\hat{B}_1 \cong B$$

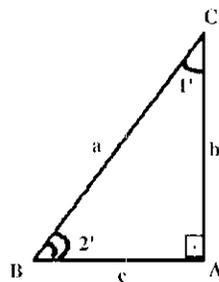
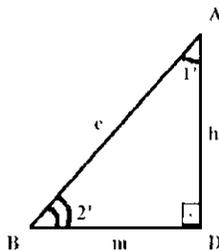
$$\text{No } \triangle ABC \rightarrow 90^\circ + B + C = 180^\circ$$

$$B + C = 90^\circ$$

$$\triangle ADC \rightarrow \hat{A}_2 + C = 90^\circ \text{ então } B = \hat{A}_2$$

Casos de Semelhança: Relações Métricas em triângulo retângulo :

1-)



$$\triangle ABD \sim \triangle CBA \text{ (caso } \hat{A}\hat{A} \text{) } B (B$$

$$\hat{\text{ângulo comum}})$$

$$D = A = 90$$

Sendo semelhantes, podemos

tirar as relações :(lados

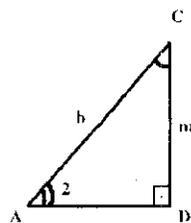
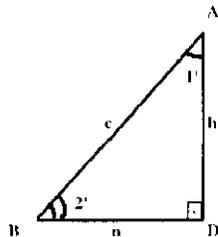
homólogos são proporcionais)

$$c/a = h/b$$

$$a \cdot h = c \cdot b$$

No  $\triangle ABC$ , além do ângulo reto A, temos os ângulos: B e C, no triângulo ABD, no caso 1-), D é o ângulo reto, e B é comum. Portanto, o outro ângulo desse triângulo ( $1'$ ) será igual ao ângulo C

2-)



$$\triangle ABD \sim \triangle CAD$$

$$A \cong C (1' 1)$$

$$AD \text{ (lado comum)}$$

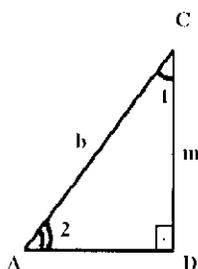
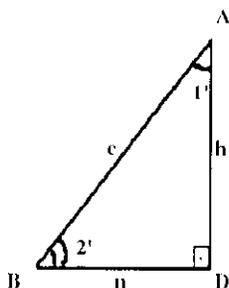
$$D \cong D (90^\circ)$$

$$h/m = n/h$$

$$h \cdot h = m \cdot n$$

No triângulo CAD, no caso 2-), C é comum com o triângulo maior ABC e D é ângulo reto. Portanto, o ângulo 2 desse triângulo será congruente ao ângulo 2', do triângulo grande.

3)



$$\Delta CAB \sim \Delta CDA$$

C é comum aos 2 triângulos

$\hat{A} \cong \hat{D}$  (ângulos retos)

$$2 \cong 2'$$

$$a/b = b/m$$

$$b \cdot b = a \cdot m$$

$$b \cdot b + c \cdot c = ? \quad a \cdot m + a \cdot n = b \cdot b + c \cdot c$$

$$b \cdot b + c \cdot c = a \cdot (m+n), \text{ mas, } m+n=a$$

$$b \cdot b + c \cdot c = a \cdot a \quad \text{Teorema de Pitágoras}$$

Relações: 1-) hipotenusa.altura = cateto.cateto

2-) cateto.cateto=hipotenusa."sua projeção correspondente"

3-) altura.altura = "projeção"."projeção"

$$c \cdot c = a \cdot m$$

+

$$b \cdot b = a \cdot n$$

$$b \cdot b + c \cdot c = a \cdot (m+n) \quad m+n=a(\text{hipotenusa})$$

$$b \cdot b + c \cdot c = a \cdot a \quad \text{Teorema de Pitágoras.}$$

Nesse momento o sujeito parece querer encontrar a procedência de sua heurística, ou seja, demonstrando matematicamente as relações métricas do triângulo retângulo ABC, através dos Casos de Semelhança, e concluindo daí que a Relação de Pitágoras é recorrente dessas Relações Métricas do Triângulo Retângulo ABC.

Com isso, mais uma vez, reproduz o que aprendeu na escola e que corresponde ao que afirmou sobre o que sua professora utilizou para explicar o Teorema de Pitágoras:

*"..., só agora no 2º colegial é que eu entendi, pois a professora foi demonstrando todas as relações".*

Pelo fato do sujeito estar todo o tempo utilizando a maneira de resolver o problema como foi demonstrado pela sua professora, nos

sugere que não há um controle do sujeito sobre seu procedimento, ou seja, uma avaliação de cada um dos passos pelos quais sequencia ou concatena seu raciocínio e conseqüentemente os fins a que se propõe, não parecem estar presentes ao seu espírito enquanto descreve as relações métricas do triângulo retângulo. Poderíamos inferir que esses fins seriam estritamente chegar em fórmulas e algoritmos, ou seja, os fins foram algoritmizados pelo sujeito.

Nesse Paradigma Tradicional, transparece claramente conceitos de Geometria Euclideana implícitos no processo de resolução da Relação de Pitágoras pelo sujeito.

O experimentador lança então uma nova solicitação: Seria possível demonstrar o Teorema de Pitágoras sem fórmulas e algoritmos?

### **Paradigma Intuitivo**

Nesse novo contexto, que se trata do segundo momento da análise, quando o pesquisador fez a solicitação acima, incitou o sujeito a criar uma outra maneira de explicar a Relação de Pitágoras, que não seja pela maneira tradicional, desafiou o sujeito a utilizar ou criar uma estratégia, se não própria, pelo menos mais significativa à ele, para tal fim.

O sujeito então, organizou uma situação, a qual é mostrada e explicitada na figura 2, qual seja;

*"Dado o Triângulo Retângulo ABC, vou formar com os seus lados os seguintes quadrados: A, B e C; e depois minha intenção é quadricular esses quadrados".*

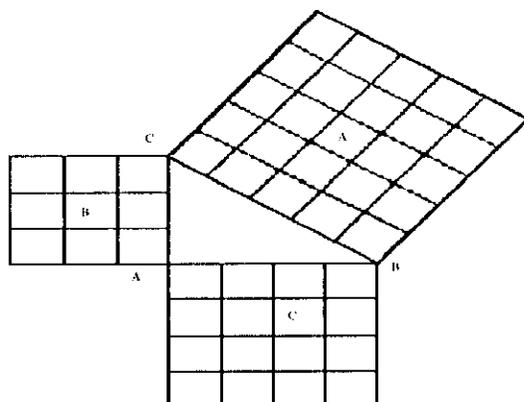


Figura 2

Em um segundo passo, o sujeito compôs a seguinte estratégia: Conceito de Área e explicitou o seu raciocínio da seguinte maneira.

*"Vou tentar mostrar que o número de quadradinhos do Quadrado C mais o número de quadradinhos de Quadrado B é igual ao número de quadradinhos do quadrado A"*

Para tanto, o sujeito recorta em um cartolina um quadrado de lado estipulado e pinta-o de uma cor qualquer. Sobre põe essa unidade de medida, concretamente nos respectivos quadrados A, B e C, da figura 2, e "conta" quantas vezes a unidade de medida "coube" em cada quadrado.

Nessa estratégia escolhida, que foi o conceito de área, o sujeito transpôs conhecimentos matemáticos anteriores à nova situação-problema. Trata-se de fato, de uma heurística que o sujeito escolheu e que foi utilizada como se apresenta abaixo:

O sujeito desenhou a figura 2, depois quadriculou os quadrados A, B e C, que são respectivamente: a hipotenusa e os dois catetos do triângulo retângulo ABC.

Em seguida, fixou uma unidade de área que foi o quadradinho de cartolina pintada. À partir disso, ele experimentou sobrepor o quadradinho em um dos quadrados, no caso o quadrado A, e "contou" quantas vezes essa unidade "coube" no quadrado A, ao fazer isso,

implicitamente está calculando a área do quadrado A. Conclui então que no quadrado A, cabem 25 unidades de área estipulada (quadrados de lado estipulado), portanto diz que:

*"A área do quadrado A é igual a 25 quadrados"*

O experimentador querendo fazer com que o aluno perceba a relação entre Conceito de Área e o próprio Teorema de Pitágoras, lança mão da seguinte pergunta:

Mas o que significa calcular a área de um quadrado de lado a? O sujeito pensa, busca novamente seu desenho da figura 1 e diz:

*"Se eu pegar a unidade de área e sobrepô-la no quadrado A e "contar quantas vezes essa unidade de área cabe dentro do quadrado A, eu encontro a área do quadrado A".*

Como o conceito matemático aqui envolvido é área de Figuras Planas, no caso, área do quadrado, o sujeito não usou o algoritmo prontamente, ou seja,  $A = a \times a = a^2$ , como fez no primeiro momento, mas valorizou uma estratégia intuitiva para calcular a área empírica e concretamente do quadrado A, e a todo momento no decorrer do processo perseguiu seu objetivo, sua intenção que era, calcular a área do quadrado A.

Depois desse momento, generalizou a estratégia acima para os quadrados de lados b e c, ou seja, estabeleceu realmente a heurística para o Cálculo da Área; então concluiu que no quadrado C, cabem 9 unidades de área, e no quadrado B, cabem 16 unidades de área. A estratégia utilizada pelo sujeito concretizou a sua heurística.

Finalmente o sujeito fez a seguinte dedução, utilizando o raciocínio intuitivo:

*"Se o quadrado A possui 25 quadrados, o quadrado B possui 16 quadrados e o quadrado C possui 9 quadrados então posso dizer que: o número dos quadrados do quadrado A é igual ao número de quadrados do quadrado B mais o número de quadrados do quadrado C".*

Essa afirmação em linguagem matemática:

$$9 + 16 = 25$$

$$9 \square + 16 \square = 25 \square$$

$$\text{Área QC} + \text{Área QB} = \text{Área do QA} \text{ (Q = quadrado)}$$

Sendo que os lados dos quadrados A, B e C, são respectivamente a, b, e c, nesse caso, temos:  $3^2 + 4^2 = 5^2 \Rightarrow c^2 + b^2 = a^2$  que se trata da Relação de Pitágoras.

Embora o sujeito tenha utilizado nessa resolução uma estratégia própria, com seus significados, pode-se observar que durante a investigação e busca para concluir seu problema, o sujeito exercia um certo controle sobre como utilizar de maneira propícia o conceito de Área, e transpô-lo ao novo desafio, que era demonstrar a relação matemática que caracterizava o Teorema de Pitágoras.

Em fim, essa heurística usada pelo sujeito, onde ele utilizou no processo de resolução do problema os raciocínios: intuitivo, dedutivo e indutivo; nota-se claramente a *relação da Geometria Intuitiva com a Geometria Euclideana*.

A Geometria Intuitiva, quando o sujeito sobrepõe a unidade de Área que é o *quadrado* nos quadrados maiores A, B, e C e empiricamente mostra que essa unidade de medida cabe "tantas vezes" em cada quadrado formado pelos lados do triângulo retângulo ABC.

A Geometria Euclideana, quando ao quadricular o quadrado formado pelos lados do  $\Delta ABC$ , toma um quadrado, como unidade de medida, implicitamente está usando o conceito de área de um quadrado, ou seja: Área = lado x lado = a x a =  $a^2$

### **Paradigma Alternativo**

À partir desse momento, o experimentador, incita o sujeito a utilizar o contexto Logo, ao colocar o seguinte desafio: Com a Geometria da Tartaruga, você acha possível mostrar a Relação de Pitágoras?

Nessa descrição da análise microgenética, já se faz presente o terceiro momento dessa interação, onde se enfoca o Paradigma Alternativo.

O sujeito então começa a interagir com um novo sistema de representação, que é o sistema Logo, com a Geometria da Tartaruga, e suas especificidades. Para tanto, em um primeiro passo, tenta desenhar um triângulo retângulo ABC na tela, com os comandos e primitivas da Linguagem Logo, definindo o programa: `triret`, que se segue na figura 3 abaixo.

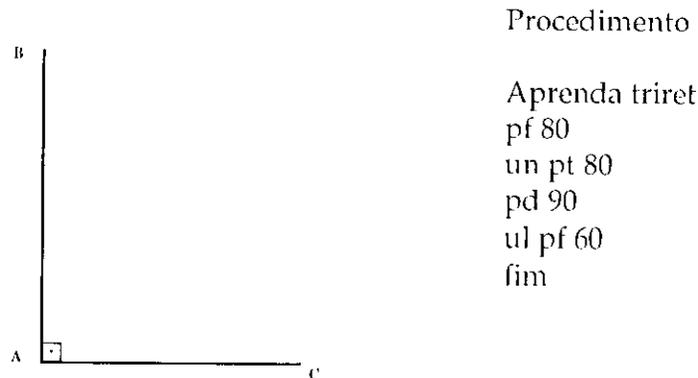


Figura 3

Nota-se claramente que implícito nesta programação, está o conceito de triângulo retângulo, pois o sujeito traçou um ângulo reto, ou seja manteve a ortogonalidade dos dois lados.

Uma primeira indagação surge:

Como fechar o Triângulo ABC, cujos lados são  $AB = 80$  passos e  $AC = 60$  passos da tartaruga? Qual é o ângulo que a tartaruga deveria virar? O sujeito continua pensando; e o experimentador lança mão de duas perguntas:

Nesse Triângulo ABC, escolhido, vale a Relação de Pitágoras?

Sendo que o Triângulo escolhido pelo sujeito foi um triângulo retângulo escaleno (3 lados diferentes), qual seria a medida da hipotenusa da figura 3?

O sujeito responde depois de fazer os cálculos abaixo que a hipotenusa deve medir 100 passos da tartaruga, aplicando a Relação de Pitágoras como segue:

$$\begin{aligned}(80)^2 + (60)^2 &= x^2 \\ 6400 + 3600 &= x^2 \\ x^2 &= 10.000 \quad \Rightarrow \quad x = \pm\sqrt{10000} \\ x &= +100 \\ \therefore \text{Hipotenusa} &= 100 \text{ passos}\end{aligned}$$

O sujeito sabe quantos passos deve ter a hipotenusa, pois aplicou o algoritmo prontamente; porém a dúvida ainda permanece, a dúvida do giro da tartaruga.

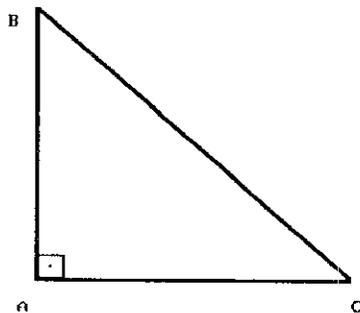
Nota-se que o sujeito nos outros dois contextos anteriores, "deu conta" de seus respectivos sistemas de representação e soube finalizar sua tarefa. E no contexto Logo, onde o sistema de representação já lhe é familiar, porque surgem certos conflitos?

Constata-se que o sujeito soube trabalhar bem com os algoritmos como está acostumado na escola, mas apesar disso, não consegue saber qual é o ângulo que a tartaruga deve virar para unir o ponto C ao ponto B na figura 3. Pode-se inferir que apesar do sujeito saber sobre o Teorema de Pitágoras, saber o que é o Teorema de Pitágoras, está sentido dificuldade em generalizar para um novo contexto esse conhecimento e suas particularidades, ou seja, sua representação, por exemplo.

O sujeito depois de tentar várias outras alternativas para o valor do ângulo da tartaruga, chega ao fato de que não consegue construir o triângulo retângulo sem saber a medida do ângulo, isto se o triângulo não for isósceles (2 lados iguais e 2 ângulos iguais).

À partir disso, então decidiu reestruturar a sua primeira estratégia, controlando-a de modo que lhe fosse possível atingir seu fim mais imediato, que era representar o triângulo retângulo na tela do computador.

Criou um outro programa computacional chamado **triret1**, que na verdade nada mais é do que a reconstrução do programa **triret**, com outros parâmetros como segue na figura 4.



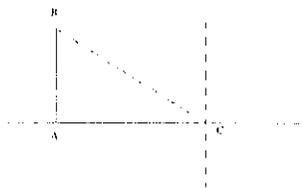
```

Procedimento
aprenda triret1
pf 50 pd 135
pf rq 5000
pd 135 pf 50
fim

```

Figura 4

O sujeito então mencionou: "Mas com o programa **triret1**, não estou provando para todos os triângulos retângulos". Analisando sua programação e avaliando essa segunda estratégia, decidi que esse procedimento não seria significativo e nem tão pouco suficiente para atingir seu objetivo proposto, pois a estratégia escolhida, comprometia a plena demonstração do teorema, pelo fato do sujeito ter usado um caso específico de triângulo retângulo, ou seja, o triângulo retângulo isósceles (2 lados iguais e 2 ângulos iguais). Criou então o programa computacional **tpt**, mostrado abaixo, figura 5, que se trata de um triângulo retângulo escaleno (3 lados diferentes cujos lados estão na proporção 3, 4, e 5, e seus múltiplos), ou seja, um triângulo retângulo pitagórico.



Procedimento

```

aprenda tpt
mudepos [0 -40]
mudepos [30 -40]
mudepos [0 0]
fim

```

Figura 5

Nessa estratégia não apareceu a dúvida do giro da tartaruga, entretanto na estratégia anterior, o sujeito precisou controlar duas variáveis, a posição e a direção da tartaruga, para atingir o seu objetivo. E

nesta com o comando **mudepos**, que se trata de uma primitiva da Linguagem Computacional Logo, está implícito somente a posição da tartaruga, não havendo necessidade de sua direção, ou seja, o ângulo de giro. O sujeito, trabalhou nesse momento com a parte cartesiana do sistema Logo.

Desde que o sujeito, começou a interagir com esse outro sistema de representação, ou seja, o contexto Logo, nota-se pelos procedimentos das figuras 3, 4 e 5; que a estratégia usada pelo sujeito foi desenhar um ângulo reto, partindo de seu conhecimento anterior do conceito de triângulo retângulo, ou seja, que todo triângulo retângulo é aquele que possui um ângulo reto, independente das medidas dos catetos. Tentando transpor e adaptar seu conhecimento anterior para o "novo contexto", usou o comando: **mudepos**, explorando os recursos da Geometria da Tartaruga. Convém ressaltar, que seria diferente se o sujeito construísse um dos catetos e a hipotenusa primeiramente, pois dessa maneira, ele teria que necessariamente conhecer e *usar* a Relação de Pitágoras, e portanto não deixaria de estar usando fórmulas e algoritmos. Isso significa que a Geometria da Tartaruga, propicia um ambiente diferente do ambiente tradicional de aprendizagem, pois possibilita ao sujeito, explorar suas possibilidades, controlando suas estratégias, dando significação à elas, e não simplesmente usando conhecimentos de uma maneira mecânica.

Encontrou então no sistema Logo, recursos para "vencer" ou contornar seu conflito, cumprindo seu objetivo imediato, que era representar na tela do computador o Triângulo Retângulo.

O experimentador então lançou mão de uma questão, sobre a medida da hipotenusa.

Sem utilizar algoritmos, usando somente os recursos do ambiente da Geometria da Tartaruga é possível dizer que o Triângulo ABC está fechado? Quanto mede a hipotenusa?

O sujeito respondeu, ainda em dúvida:

*" Não dá para eu medir concretamente na tela, mas algoritmicamente o resultado seria: 50 passos da tartaruga."*

Resolveu então buscar uma nova estratégia, ou seja, deslocar o triângulo ABC da fig.5 do centro (0 , 0), então criou um outro programa: **tpt1**, conforme mostra a figura 6 abaixo:

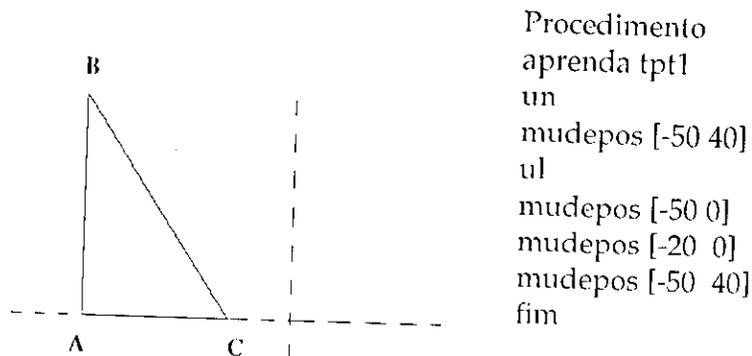


Figura 6

Para depurar o programa **tpt1**, fez alguns sub-procedimentos passo a passo, reestruturou o programa, corrigindo o 3º e 4º comando: **mudepos** do programa **tpt1**. Usando o comando: **escreva pos**, confirmou as coordenadas (x, y) dos vértices A, B e C do Triângulo Retângulo ABC.

Em seguida, o sujeito continuou investigando qual seria a estratégia que ele utilizaria para mostrar a relação de Pitágoras. À partir do programa **tpt1**, ele criou um programa novo chamado **prog** mostrado na figura 7, a seguir, onde ele fez com cada lado do triângulo retângulo ABC, um quadrado e reestrutura esse programa, criando **prog1**, mostrado na figura 8 abaixo. Nesse novo programa o sujeito quadricula cada quadrado formado pelos lados do triângulo retângulo ABC e disse:

*"Vou quadricular cada quadrado formado pelos lados do triângulo retângulo ABC, e mostrar que a área do quadrado formado pela hipotenusa é igual a soma das áreas dos quadrados formados pelos lados dos catetos".*

Falando isso, fez a seguinte representação abaixo:

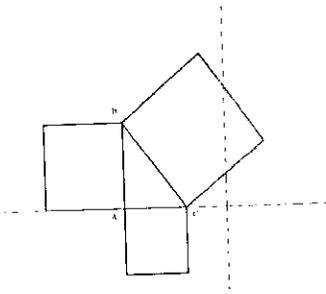


Figura 7

```

Procedimento
aprenda prog
tpt1
qab
qbc
qca
fim

```

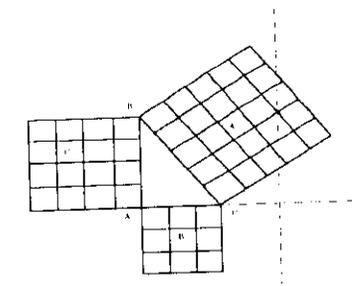


Figura 8

```

Procedimento
aprenda prog1
tpt1
qab
qbc
qca
quadrica
quadriab
quadribe
centro
fim

```

(Os sub-procedimentos estão em Anexo)

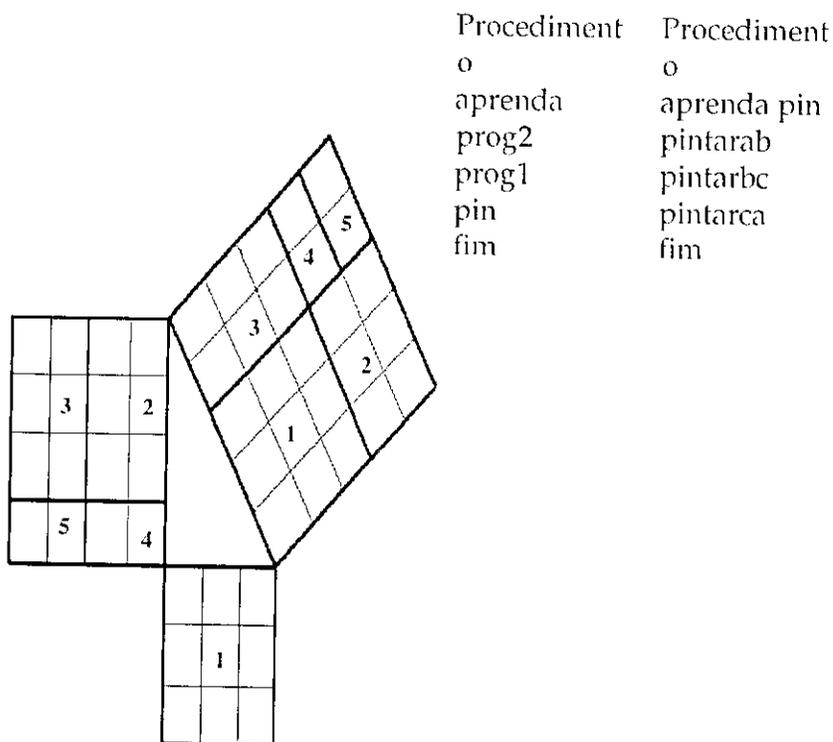
Ao lançar mão dessa estratégia, utilizou conceitos matemáticos como: conceito de ângulos, retas paralelas, retas perpendiculares, conceito de área de figuras planas e transposição de área de figuras planas.

Nota-se também que o sujeito trabalhou sob retas paralelas aos eixos x e y: a reta formada pelos pontos (-50, 40) e (-50, 0) paralela ao eixo y e a reta formada pelos pontos (-50, 0) e (-20, 0) que se confunde com o eixo x.

Como o sujeito conhece que: "Todo triângulo retângulo é aquele que possui um ângulo reto, ele trabalhou sobre a ortogonalidade dos eixos x e y.

Nessa estratégia, ao avançar em seu raciocínio descobriu que trabalhando com os eixos coordenados  $x$  e  $y$ , garante a ortogonalidade do ângulo B.

Assim, independente do tamanho dos lados do triângulo, ao fechá-lo o sujeito alcança o seu objetivo, de fato, representa um triângulo retângulo na tela, com o programa **prog2** e mostra a relação de Pitágoras sem a abstração da linguagem matemática, com fórmulas e algoritmos, mas com uma estratégia que lhe é significativa, que ele próprio descobriu na sua investigação e busca para resolver o seu problema no micro mundo da tartaruga (figura 9).



**Figura 9**

Esse contexto foi favorável ao sujeito, pois lhe propiciou um aprendizado por tentativa e exploração, onde constatou-se o movimento

sincrônico do processo cognitivo do sujeito ao resolver um problema específico, isto é, o dinamismo microgenético das condutas cognitivas do sujeito: a inter-relação entre as heurísticas, axiologias, e as teleonomias. E através das condutas cognitivas do sujeito, neste processo de resolução de problema, constatou-se também as inter-relações da **geometria da tartaruga** com as geometrias: **intuitiva, euclideana e analítica**.

Observa-se claramente que implícito nas estratégias usadas pelo sujeito, temos conceitos de Geometria Analítica, como: Distância entre dois pontos, por exemplo distância do ponto B ao ponto C, distância de um ponto à uma reta.

Em fim, vê-se claramente nos procedimentos do sujeito ao resolver o problema proposto no paradigma alternativo, a inter-relação das Geometrias da Tartaruga, Euclideana e Analítica, pois a arquitetura Matemática subjacente à Linguagem Computacional Logo, e implícita no micromundo da tartaruga, propicia um ambiente poderoso para que a interação do sujeito se processe através desse trânsito entre as diversas Geometrias.

Ao resolver o problema, o sujeito compõe as heurísticas e utiliza estratégias distintas para aplicar essas heurística em vários contextos esse fato é constatado quando o sujeito muda o estilo de programação, isto é, "transita" entre o Modo Direto<sup>4</sup> para o Modo de Edição<sup>5</sup>, e vice-versa, tal atitude também se constitui ao nosso ver, em uma nova estratégia, uma real heurística, para o sujeito ser capaz de processar uma depuração imediata e contínua, característica intrínseca do Sistema Logo, que possibilita a depuração e a reestruturação do programa computacional, sempre que for preciso.

Deve-se ressaltar, que é a partir da depuração, da análise dos procedimentos, que o sujeito é capaz de "pensar sobre seu modo de pensar", ou seja, de "rever" seu raciocínio implícito na descrição de sua

---

<sup>4</sup>Modo Direto: Modo de trabalho, onde os comandos são executados logo após o usuário ter digitado o comando e ter apertado a tecla enter. Caracteriza-se pela presença do sinal "prompt" (?), que indica que os comandos serão executados imediatamente.

<sup>5</sup>Modo Edição: Modo de trabalho, onde o usuário define um procedimento. Caracteriza-se pela ausência do sinal "prompt" (?), indicando que os comandos não serão executados imediatamente. Os comandos ficarão armazenados na memória do computador.

programação, em cada passo do processo de resolução. A reestruturação de seu programa é consequência de sua própria reestruturação mental.

Nesse processo, convém assinalar, que os possíveis erros, são fontes de novos caminhos, novas decisões, e portanto, representam uma importante metáfora, na descrição da análise das condutas cognitivas do sujeito, no contexto Ensino/Aprendizagem de conceitos geométricos.

O micro-mundo da tartaruga, propicia ao sujeito um ambiente de aprendizagem, onde pouco a pouco, explorando os comandos básicos da Linguagem Computacional Logo, passa a exercer "controle" sobre suas próprias estratégias de resolver o problema. Isso se evidencia por exemplo, quando faz correspondências, analogias ao criar um procedimento novo, ou mesmo escolher um simples comando para explicitar parcialmente sua estratégia.

Desse modo, pode-se inferir que as palavras de Harold Abelson e Andrea diSessa (1981); expressam o significado da Geometria da Tartaruga, no contexto Ensino/Aprendizagem de Geometria, qual seja:

*"A Geometria da Tartaruga é uma Matemática arquitetada para propiciar um aprendizado por tentativas e exploração e não uma Matemática que apresenta seus Teoremas e suas Provas"*

Partindo desse princípio, pode-se inferir que: O sujeito, ao demonstrar o Teorema de Pitágoras no Paradigma Tradicional, não "construiu" conceitos geométricos novos, somente reproduziu o que lhe foi transmitido, entretanto, no Paradigma Alternativo, utilizando-se da Geometria da Tartaruga, encontrou um contexto propício ao desenvolvimento de noções geométricas. Este fato se verificou em vários momentos dessa interação quando o sujeito explorou os recursos que esse outro sistema de representação lhe oferecia, ao tentar adequar o problema a esse novo contexto, isto é, ao combinar suas ações, ao criar novos procedimentos, controlando suas estratégias para finalmente atingir seu propósito: representação na tela e a demonstração com a Geometria da Tartaruga do Teorema de Pitágoras.

Devemos ressaltar que, não se está propondo que o sujeito, resolva Teoremas com o Logo, porém o problema analisado nesse artigo foi selecionado como sendo um Teorema, justamente para desmitificar o

fato de que todo Teorema em Matemática, precisa necessariamente ser demonstrado com fórmulas e algoritmos para ser compreendido efetivamente.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Algumas inferências ou mesmo considerações de ordem metodológicas, poderiam ser delineadas, à partir dessa pesquisa.

Na nossa concepção tanto Análise Microgenética quanto os Ambientes Informatizados são providos de recursos importantes e necessários à compreensão do processo de construção de Noções Geométricas.

Em ambientes onde o computador se faz presente, no caso específico, no Ambiente Logo, sentimos que foi possível resgatar os processos cognitivos do sujeito, através da descrição de sua programação e também da constituição das diferentes estratégias e heurísticas utilizadas por ele ao adaptar seus conhecimentos anteriores no processo de Resolução de Problemas à diferentes contextos.

Como foi mencionado anteriormente, na fundamentação teórica desse artigo, a Construção Microgenética, constitui um campo conceitual próprio para o estudo do funcionamento cognitivo, em períodos de conflitos, de transição, onde se verifica a abertura para novos possíveis e o predomínio das Acomodações (Diferenciações) sobre as Assimilações (Generalizações).

À partir disso, ressaltamos na descrição da análise feita sobre o funcionamento cognitivo do sujeito estudado, aspectos referentes à conceitualização acima, em diferentes momentos. Sabemos que um conceito, está intrinsecamente relacionado a diferentes referenciais ou contextos.

No primeiro recorte desse estudo (Paradigma Tradicional), constatou-se a existência de uma heurística, constituída pelo sujeito já que foi utilizado um método analítico para chegar a uma solução. Porém esse fato não implicou em um comportamento de adaptação a realidade em

que o sujeito teve que se adaptar, construir uma solução própria, em que a acomodação e a assimilação estão equilibradas. Embora a solução tenha sido satisfatória e mesmo correta, foi resultante de um processo mecânico de resolução de problema, onde o sujeito utilizou como estratégia, fórmulas e algoritmos e "reproduziu" o que havia "vivenciado" na escola. Isso mostra que não houve adaptação do conhecimento e sim a reprodução.

Porém, no segundo recorte (Paradigma Intuitivo), o sujeito já necessitou formas de modificação e reestruturação de seu conhecimento pré-existente sobre o Teorema de Pitágoras para adaptar esse conhecimento no sistema diferente de representação, que lhe foi apresentado, este fato, demonstrou a ênfase na acomodação, mais do que na assimilação.

E finalmente no terceiro recorte, onde o sujeito trabalhou no Paradigma Alternativo, notou-se a prevalência maior da acomodação à assimilação, pois o sujeito necessitou fazer (n) diferenciações para chegar à generalização (assimilação). Isso implica, não em reprodução de um conhecimento, mas na sua transformação, e portanto na sua compreensão. Parafraseando Jean Piaget: "Compreender é transformar e reinventar o conhecimento".

Essas variáveis, enfatizadas acima, constituem ao nosso ver, elementos básicos e importantes aos professores e pesquisadores, possibilitando dessa maneira, um repensar sobre suas práticas pedagógicas, redimensionando dessa forma o processo Ensino/Aprendizagem da Geometria.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abelson, H. e diSessa, A. (1981) *Trittle Geometry: The Computer as a medium for Exploring Mathematics*. The Mit Press.
- Barrella, F.M.F. e Prado, M.E.B.B. (1990) *NIED-Memo nº 8*.
- Bossuet, G. (1985) *O computador na Escola: O Sistema Logo*. Porto Alegre: Artes Médicas.

- Castorina, J.A.; et alli.(1988) *Psicologia Genética: Aspectos Metodológicos e Implicações Pedagógicas*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- D'Ambrósio, U. (1990) *Etnomatemática: Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*. Editora Ática S. A. São Paulo.
- Gilliéron, C. (1979) Da Epistemologia Piagetiana A Uma Psicologia em Idade Pré-Escolar, em L.B. Leite, *Piaget e a Escola de Genebra*, 1987, Cortez, SP.
- Inhelder, B. e Cellérier, G.; et alii.(1992) *Le Cheminement des découvertes de l'enfant. Recherche sur les Microgeneses Cognitives*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- Piaget, J.; et alii. (1985) *O Possível e o Necessário: Evolução dos Possíveis na Criança*. trad. Bernardina Machado de Albuquerque. Porto Alegre, Artes Médicas.
- Piaget, J.; (1978) *A Representação do Mundo da Criança*. Rio de Janeiro: Record.
- Piaget, J. e Inhelder, B.; (1967)*The Child's Conception of Space*. W. N. Norton & Company, Ney York, London

# ANEXO

## Procedimentos:

```
aprenda qab
pe 90
repita 4 [pf 40 pe 90 ]
fim
```

```
aprenda qbc
unmudepos [-50 0 ]
pe 90ul
repita 4 [pf 30 pe 90 ]
fim
```

```
ap quadribc
mudepos [ -50 0 ]
repita 2 [ pf 10 pe 90
pf 30 pt 30 pd 90 ]
mudepos [ -50 0 ]
pe 90
repita 2 [ pf 10 pd 90
pf 30 pt 30 pe 90 ]
fim
```

```
aprenda centro
un mudepos [0 0 ]
pe 90 ul
fim
```

```
aprenda pintarab
un mudepos [ -50 40 ]
pd 180 ul amarel
azul pd 90 pt 40
pe 90 pf 30 verde
preto pe 180
fim
```

```
Aprenda qca
un mudepos [-20 0 ]
pd (90 +arctan (4 /3 ) )
ul repita 4 [pf 50 pd 90 ]
fim
```

```
aprenda quadriab
un mudepos [-50 40 ]
pe ( 180 - ( arctan (4/3)
)
)
ul
repita 3 [pf 10 pe 90 pf
40 pt 40 pd 90]
mudepos [-50 40 ] pe 90
repita 3 [pf 10 pd 90
pf 40 pt 40 pe 90 ]
fim
```

```
aprenda quadrica
repita 4 [ pf 10 pd 90 pf
50 pt 50 pe 90]
mudepos [ -20 0 ] pe 90
repita 4 [ pf 10 pe 90 pf
50 pt 50 pd 90 ]
fim
```

```
aprenda pintar :cor
un pd 45 pf 7 ul mudecl
:cor pinte ul
pt 7 pe 45 ul mudecl 15
fim
```

```
aprenda pintarbc
un mudepos [ -50 0 ]
pd 90 ul verm pe 90
fim
```

aprenda pintarca  
un mudepos [-20 0 ]  
pe (90- arctan (4/3) ) ul verm  
amarel  
un mudepos [-50 40 ]  
pd 90 ul  
azul pf 30 pe 90  
verde pd 90  
pt 20 pe 90 pf 10  
preto  
pd ( 90 - arctan  
( 4 / 3 )) un  
mudepos [ 0 0 ] ul  
fim

aprenda preto  
repita 2 [ pintar 1 pd 90  
pf 10 pe 90 ]  
fim

aprenda amarel  
repita 2 [ repita 3 [ pintar 10 un pf 10 ]  
un pt 30 pd 90 pf 10 pe 90 ul  
fim

aprenda azul  
repita 2 [ repita 3 [pintar 13 un pf 10 ul  
pt 30 pd 90 pf 10 pe 90 ul]  
fim

aprenda verde  
repita 2 [ pintar 4 pd 90 pf 10 pe 90 ]  
pd 90 pf 10 pe 90  
fim

## CAPÍTULO 12

### LOGO E MICROGÊNESES COGNITIVAS: UM ESTUDO PRELIMINAR

Maria Teresa Eglér Mantoan \*

Maria Elisabette Brisola Brito Prado \*\*

Fernanda Maria Freire Barrella \*\*

#### INTRODUÇÃO

A atividade de programar no computador faz transparecer nitidamente a singularidade das condutas do sujeito ao descobrir e criar formas de solucionar problemas e de pôr em ação o que já conhece para alcançar seus objetivos. A linguagem Logo, em especial, constitui um forte apelo no sentido de provocar a adaptação cognitiva individual.

Este estudo descreve como uma criança aproveita conhecimentos anteriores sobre a noção de ângulo, para ultrapassar dificuldades surgidas durante a elaboração de um projeto de programação em Logo.

Busca-se, na especificidade de uma situação experimental, o que pode ser útil para o professor na sala de aula, particularmente no que se refere ao seu papel diante dos atos de ensinar e de aprender.

Mais do que as formas que o raciocínio pode tomar nas diferentes fases do desenvolvimento cognitivo, os estudos sobre a dimensão local da atividade cognitiva do sujeito podem ser úteis à Pedagogia, destacando as etapas de compreensão de um conhecimento, ou seja, detalhando os

---

\* Departamento de Metodologia de Ensino - Faculdade de Educação - UNICAMP.

\*\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED.

\*\* Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

tateios, as hipóteses, enfim os passos percorridos pelo aluno para atingir objetivos finalizados.

Toda e qualquer atividade cognitiva supõe reorganizações em função do contexto e das particularidades dos problemas com que o sujeito se depara. A linguagem Logo em particular, coloca lado a lado a perspectiva do sujeito e as peculiaridades do sistema computacional, revelando a necessidade de diferentes ajustes durante a atividade de programação, fato que pode passar despercebido em outras situações-problema. Sabe-se que as estruturas mentais são formas de organização que o sujeito reconstrói no momento de cada raciocínio. Assim, não é possível considerá-las como sendo instrumentos intelectuais acabados, disponíveis e aplicáveis à solução de todo e qualquer problema. As estruturas não têm existência em si mesmas e só funcionam a partir da atividade estruturante do sujeito.

Da mesma forma, a capacidade operatória do sujeito não define "a priori" o uso que ele fará das estruturas mentais de que já dispõe para atingir metas propostas. O grau de complexidade do problema, o nível de informações e noções de que dispõe para abordá-lo, o número de experiências vividas e relacionadas às situações, além de outros fatores circunstanciais intervenientes podem facilitar ou dificultar a tarefa a que o sujeito se dedica. O processo de depuração dessas variáveis vai desvelando pouco a pouco ao sujeito as soluções possíveis a serem adotadas ao mesmo tempo em que propicia aos que observam a atividade de seu pensamento elementos para melhor compreendê-la e/ou incitá-la.

A atividade de programar em Logo constitui uma situação privilegiada para se observar e descrever as ações e reações do sujeito, formulando e solucionando problemas imprevisíveis e que, por isso mesmo, demandam a atualização de raciocínios, estratégias e conhecimentos anteriores.

Sendo assim, espera-se que este estudo, que aborda a inteligência em ação no curso de uma construção nocional, demonstre a interpenetração concomitante dos aspectos funcionais e estruturais da constituição dos conhecimentos e as interações entre o sujeito e o seu objeto de conhecimento, a fim de esclarecer o processo pedagógico no que diz respeito:

- aos meios que os alunos inventam e descobrem para aproveitar o que já sabem em função do que querem saber, num contexto específico;
- aos meios de que os professores podem lançar mão para provocar a inteligência do aluno e fazê-lo ativo na construção do conhecimento, em ambientes educacionais informatizados.

## QUADRO TEÓRICO REFERENCIAL

A presente investigação põe em evidência os processos funcionais da cognição que intervêm quando o sujeito aplica seus conhecimentos em contextos particulares. Mais do que o modelo teórico da gênese da inteligência humana, este estudo compatibiliza-se com o processo de formulação e resolução de problemas: microgêneses cognitivas. Caracterizaremos a seguir as abordagens macro e microgenéticas do conhecimento, procurando distinguí-las a partir de suas particularidades e mostrando as inter-relações entre elas com o intuito de esclarecermos as razões que nos levaram a adotar a abordagem microgenética.

As microgêneses, em psicologia genética, tratam das realizações práticas, isto é, descrevem a inteligência do sujeito em ação, diante de um problema, de um conteúdo específico. Colocam, portanto, em destaque as condutas cognitivas individualizadas, locais e, sendo assim, recuperam toda a subjetividade do sujeito ao descobrir meios para atingir fins bastante precisos.

Em estudos dessa natureza, a compreensão das estratégias, ou seja, dos procedimentos que estão em jogo, é sempre indeterminada, atualizável. Nesse sentido, os modelos abstratos utilizados tradicionalmente pela psicologia genética embora sejam suficientes para dar uma explicação macrogenética do comportamento inteligente, não os são, para explicar a inteligência do sujeito em ação. Talvez a Inteligência Artificial possa contribuir para a análise microgenética da inteligência da mesma maneira que a Lógica contribui para a análise estrutural da inteligência.

Em contrapartida, os processos psicológicos funcionais envolvidos na evolução das estruturas do conhecimento (equilíbrio majorante),

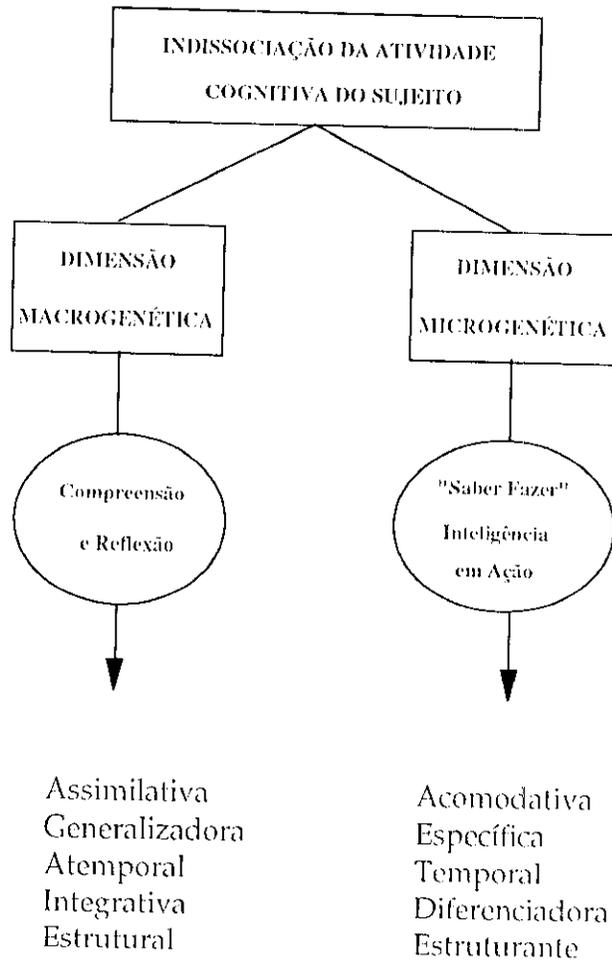
estão na base da interpretação geral da realidade e propiciam a construção das macrogêneses cognitivas. Na análise macrogenética, pois, definem-se as estruturas do sujeito cognoscente que está em vias de "compreender" a realidade. As macrogêneses descrevem a epistemologia natural do sujeito enquanto vai, pouco a pouco, engendrando sua visão de mundo e tornando-a cada vez mais objetiva.

Ao tratar dos aspectos funcionais da construção do conhecimento, as macrogêneses se voltam para o estudo do sujeito epistêmico, ou melhor, do sujeito do conhecimento racional. Por outro lado, por se deter nos processos funcionais pelos quais o sujeito se adapta à realidade, as microgêneses descrevem o sujeito psicológico individual. Nesse sentido, a opção por estudos microgenéticos parece ter mais condições de clarificar os processos de aprendizagem e de ensino, sendo desse modo mais úteis à elaboração e proposição de práticas educacionais efetivas.

A análise macrogenética tende para o conhecimento normativo; pesquisa as características comuns dos sujeitos em um mesmo nível de conhecimento e permite uma análise categorial dos conhecimentos. A pesquisa microgenética se atém ao conhecimento empírico, pragmático: trata-se de uma análise funcional que estuda as características idiossincráticas das condutas cognitivas do sujeito, ou seja, o que é peculiar à sua maneira de ver, sentir, reagir a uma dada situação. Visa conhecer a dinâmica do comportamento do sujeito: seus objetivos, meios, controles, avaliações, para que se consiga penetrar no funcionamento psicológico individual e chegar às estratégias utilizadas pelo referido sujeito, isto é, aos encadeamentos finalizados e organizados de suas ações. Nessa análise, explora-se um vasto domínio de condutas que fazem intervir uma grande variedade de esquemas cognitivos mais heurísticos (que dizem respeito aos meios de que o sujeito lança mão, inventa, ou descobre para resolver tarefas) do que são as estruturas gerais do conhecimento, objeto da análise macrogenética.

A distinção entre essas duas modalidades de análise e entre os sujeitos psicológico e epistêmico não tem outra razão senão a de salientar a complementaridade das formas de elaboração dos conhecimentos: a funcional e a estrutural. O sujeito cognoscente global não pode ser perdido de vista, pois o que há de comum entre ambas as análises é o sujeito ativo, construtor do conhecimento, que participa inclusive do conhecimento dele próprio.

A representação a seguir ilustra a sincronia das dimensões de construção do conhecimento, que devem ser conhecidas pelo pesquisador/professor para que possam compreender quem como os sujeitos atuam em um ambiente de aprendizagem.



Em resumo, a epistemologia genética de Piaget reconstituiu progressivamente as grandes noções constitutivas do conhecimento da realidade em suas organizações estruturais, definindo o construtivismo epistemológico.

O construtivismo psicológico vai ao encontro do sujeito individual enquanto utiliza e constrói, por si mesmo, o conhecimento em suas

organizações procedurais. Visa conhecer a dimensão da atividade cognitiva que se relaciona aos fins e intenções do sujeito ao praticá-la (teleonomia) e a dimensão que diz respeito às avaliações, aos valores que ele atribui às mesmas (axiologia).

Neste estudo referendamo-nos no construtivismo psicológico, embora esteja claro que essas duas grandes direções dos estudos psicogenéticos concorram para tornar cada vez mais fecunda e reveladora a pesquisa sobre a mente humana.

## AS RAZÕES DESTE ESTUDO E SUA PROBLEMÁTICA

A disseminação do uso do computador com finalidades educacionais e, conseqüentemente, a criação de ambientes escolares informatizados tem revelado algumas dificuldades pedagógicas que vêm sendo contornadas de diferentes maneiras.

Nos cursos de capacitação de professores para utilização da linguagem Logo, promovidos pelo NIED/ UNICAMP, observamos que esses profissionais apresentam muitas dúvidas ao desenvolver, na prática de ensino, o processo de construção da noção de ângulo. Essa noção é inerente ao Logo Gráfico e aparece frequentemente no desenrolar de projetos computacionais, desde os primeiros passos de aprendizagem da referida linguagem.

Diante dessa situação, os professores no geral seguem dois caminhos:

1. transmitir o valor correto do ângulo em diferentes situações, quais sejam: de forma explícita, induzindo o aluno a encontrar esse valor ou embutindo o valor em um Logo simplificado;
2. deixar o aluno experimentar livremente o número de giros necessários para atingir o ângulo pretendido, sem nenhuma forma de intervenção.

Qual seria a razão da adoção de tais procedimentos? Por que o professor oscila entre atitudes tão opostas? Seria o desconhecimento do

conteúdo da noção de ângulo? Estaria envolvida a questão de como este conhecimento é conquistado pelo sujeito? O confronto entre os paradigmas de ensino tradicional e construtivista estaria subjacente à confusão que se estabelece quando o professor tem que optar por um ou outro caminho?

## OBJETIVOS

Cientes da complexidade do tema, este estudo pretende contribuir no sentido de clarificar alguns aspectos teórico-metodológicos que consideramos relevantes, no contexto da Informática Educativa e da educação em geral.

Os objetivos que visamos alcançar são:

1. analisar os procedimentos utilizados por um sujeito, quando solicitado a construir a noção de ângulo pelo experimentador e/ou sistema Logo;
2. retirar contribuições pedagógicas de situações referentes a essa construção nocional clarificando, inclusive, o papel do professor.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Esta investigação foi desenvolvida a partir de um estudo de caso: seu sujeito é uma criança do sexo masculino de 10 anos, cursando a 4ª série do 1º grau - ensino regular da rede particular da cidade de Campinas - SP.

Discutiremos este caso com base nos dados recolhidos durante três sessões de programação Logo, perfazendo um total de seis horas de trabalho.

As sessões, seguindo a orientação metodológica da pesquisa microgenética, foram filmadas em vídeo cassete e a documentação inclui, também, registros manuscritos e arquivos dos projetos desenvolvidos pelo sujeito. A filmagem das sessões teve como objetivo proceder a uma descrição comentada das condutas do sujeito que dessa maneira puderam

ser retomadas tantas vezes quantas foram necessárias e possíveis em seus momentos mais significativos, tais como: verbalizações, análise das modificações que o sujeito introduziu às suas ações no curso da resolução dos problemas, cortes em sequência das fases dessa atividade e outras.

Dado que toda leitura é uma interpretação, há, pois uma parte de inferência nesse processo. Para se garantir um caráter de objetividade à análise microgenética, há de existir mais de um observador, o que ajuda a evitar a ilusão de uma leitura pura da experiência. Participaram, pois, das atividades no laboratório três pesquisadores, desempenhando as seguintes funções: filmagem, documentação escrita e intervenção direta junto ao sujeito. Os pesquisadores revezavam as funções, não havendo, portanto, um papel fixo destinado a cada um deles.

O planejamento da próxima sessão ocorria após o término de cada uma delas. As discussões entre os pesquisadores eram provocadas pelas observações e discussões sobre o modo como o sujeito atuava para concretizar o seu projeto de programação.

A metodologia das sessões permitia, sempre que necessário, a inclusão de outros recursos que não exclusivamente o uso do computador, tais como movimentação do sujeito no espaço do laboratório para "brincar de tartaruga", lápis, papel, materiais concretos e outros.

A análise dos dados desse experimento centra-se na representação do "como fazer" para se chegar a uma situação final, no caso, um projeto computacional. Nessa análise iremos reconhecer par e passo as representações que o sujeito faz de sua tarefa até o seu final, assim como as modificações dessas representações no curso do experimento.

A análise das sessões realizadas será apresentada como segue.

## DESCRIÇÃO E ANÁLISE LOCAL DOS DADOS

O sujeito deste experimento participou de 9 sessões de programação Logo, perfazendo um total de 18 horas. Os dados que serão analisados foram extraídos a partir da quinta sessão e referem-se ao

desenvolvimento de um projeto de programação que desenha a figura de um robô.

Até que se iniciasse o projeto robô (Figura 1), o sujeito usava uma versão de Logo simplificado. Nesta versão, os comandos de giro da tartaruga - **pd** n° e **pe** n° - foram modificados de modo que ao se digitar **pd.** a tartaruga girava automaticamente 15 graus para a direita e, ao se digitar **pe.**, a tartaruga girava 15 graus para a esquerda. Com essa versão do Logo o sujeito desenvolveu, usando o modo direto de trabalho, outros projetos computacionais como o desenho de figuras geométricas e de letras do alfabeto. Portanto, ao desenhar o robô, já interagiu de forma independente com a máquina, compreendia os comandos de deslocamento e aqueles que se referem ao estado da tartaruga.

A análise dos dados do projeto robô foi recortada em três momentos que não são mutuamente exclusivos:

- conflito figurativo X operativo;
- representação da noção de ângulo em diversos contextos;
- recoordenação da noção de ângulo para outras aplicações.

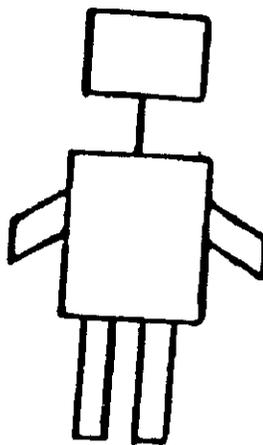


Figura 1 - O robô tal como foi desenhado pelo sujeito.

## O Conflito entre o Figurativo e o Operativo

Devido ao objetivo desse experimento, foi abandonada a versão simplificada do Logo e passou-se a adotar os próprios comandos, da linguagem Logo.

Com este primeiro corte, nossa intenção é a de demonstrar o controle que o sujeito estabelece sobre seus procedimentos por confrontação com suas hipóteses e antecipações, em um meio informatizado e as repercussões desse aspecto das condutas cognitivas no cotidiano escolar.

Na primeira sessão o experimentador solicita a H. que modifique a orientação da tartaruga. A tartaruga, que estava na posição inicial [0 0] e na direção inicial (0 grau), deveria ficar na mesma posição, mas orientada para o lado esquerdo e reta (orientada para oeste). H. tecla os seguintes comandos:

pe 15    pe 34    pd 22    pe 10    pe 32

que resultam na tela o efeito de **pe 91**.

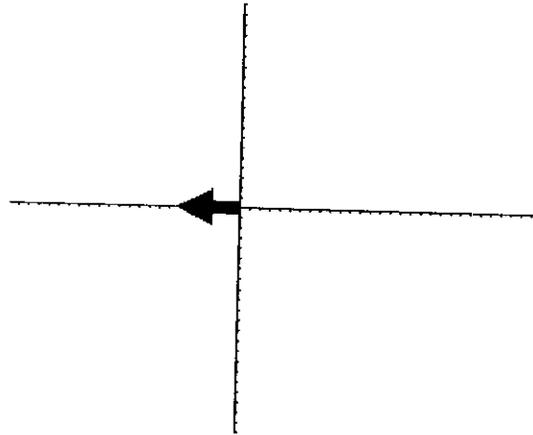
Age por ensaio e erro e quando questionado sobre qual o número que permitia que a tartaruga ficasse naquela orientação, H. somou todos os números usados nos comandos e obteve como resultado o número 113. Este número é a soma de todos os giros da tartaruga.

Percebe-se que ao somar, H. não considera que o comando **pd 22** tem uma ação contrária a dos demais comandos. Em função dessa indiferenciação, não realiza as compensações entre os giros para a direita e o giro para a esquerda.

O experimentador, então, pergunta-lhe por que motivo o comando **pd** foi incluído entre os demais; H. reage prontamente, subtraindo 22 de 113 e obtendo o valor 91.

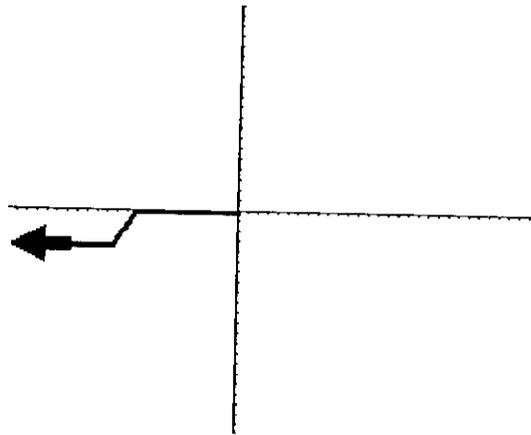
Em seguida, o sujeito verifica se a orientação da tartaruga na tela corresponde ao ângulo reto. Essa verificação se apóia inicialmente no que a tartaruga mostra na tela, isto é, em aspectos figurativos da noção de

ângulo. O efeito desses comandos imprime na tela a seguinte representação:



**Figura 2 - Orientação da tartaruga na tela**

Para certificar-se de que o comando utilizado correspondia ao esperado (linha reta horizontal), H. tecla o comando `pf 50` e obtém o seguinte resultado:



**Figura 3 - A linha traçada pela tartaruga na tela**

O sujeito então procura regular essa perturbação, usando comandos de giro aleatórios para compensar o ângulo sem, no entanto, obter êxito.

Como, então consegue chegar ao ângulo de 90 graus ?

H. apaga toda a tela e usa o computador com outra função, a de calculadora. Ele digita  $6 \times 15$  e chega aos 90. Usa o comando **pe 90** e, em seguida, testa novamente a retidão da linha.

O experimentador quer saber a razão dessa operação aritmética e H. responde-lhe:

*"Quando era **pe**, eu fazia 6 vezes. Quando a B. (experimentadora) falou para o computador aprender o programa **pe**, ela escreveu 15 e sempre que fazia **pe** 6 vezes a tartaruga ficava retinha".*

Este comentário de H. tem a ver com o ocorrido em uma das sessões anteriores, quando H. ainda usava o programa Logo simplificado. O experimentador, naquela ocasião, havia se esquecido de carregar esse programa e como H. já tinha iniciado o seu trabalho editou à frente do sujeito o programa que embutia o ângulo do giro. H., quando queria deixar a tartaruga reta, digitava seis vezes o comando **pd.** ou **pe.** Ele guardou a "manobra" do experimentador e relacionou-a ao uso que fazia do comando de giro. Dessa forma, ele chegou à resolução do seu problema!

Este momento da atividade de programação demonstra claramente o apelo da linguagem Logo no sentido de que o sujeito abandone, momentaneamente, o apoio estático do que é figurativo, perceptivo pelo dinamismo da elaboração mentalmente orientada, ou melhor, pelos aspectos operativos do conhecimento.

A contradição gerada pela orientação da tartaruga X linha "torta" mostrou a H. que era preciso relegar a solução figurativa e substituí-la por outra que envolvia o uso de números, isto é, de relações lógico-matemáticas.

O mesmo corte oferece oportunidade de se comentar o êxito prático com relação à compreensão e também o papel do conflito cognitivo na construção dos conhecimentos.

Piaget (1977) referiu-se à autonomia do caráter cognitivo da ação e desse modo opôs de certa forma o êxito prático à compreensão, sob a forma de filiações. As pesquisas microgenéticas conduzem à relativização dessa oposição pela consideração de diversos graus de compreensão de uma dada noção e pelo "interplay" entre o fazer e compreender, presente no curso de situações de resolução de problemas, como as que se apresentam neste estudo.

Quanto ao conflito cognitivo, é preciso lembrar que os êxitos também podem ser fontes de progresso da compreensão e a análise microgenética parece estar recuperando o papel do êxito nas modificações de caráter cognitivo. Observa-se no que foi descrito sobre as reações de H. resolvendo um êxito prático - utilizar uma "manobra" que deu certo para orientar a tartaruga - que a estabilização dos êxitos é uma condição para o progresso ulterior das tarefas.

### Representação da noção de ângulo em diversos contextos

Para verificar se a compreensão de H. sobre ângulo não se limitava a uma mera memorização de dados observados, algumas situações extra-computador foram propostas. Em uma delas, o sujeito fez uma analogia entre a queda de uma lápis e o movimento da tartaruga na tela, como se segue:



Situação 1



Situação 2

Figura 4 - As posições do lápis na atividade extra-computador

Depois de observar a queda de um lápis, pediu-se a H. que representasse essa queda, conforme Figura 5.

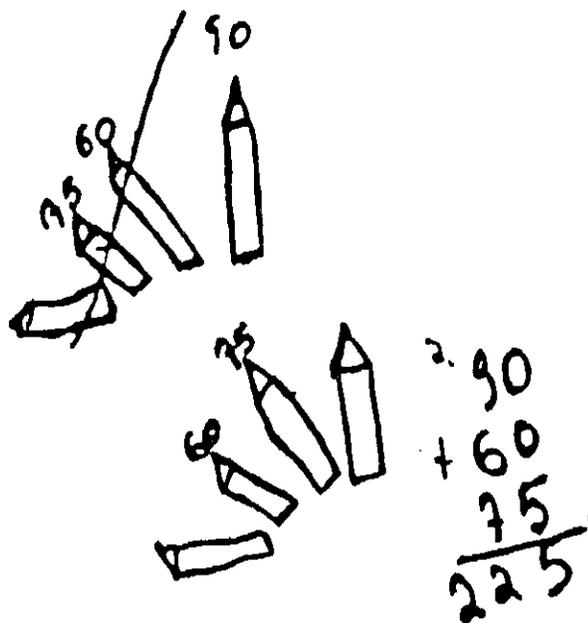


Figura 5 - Representação da queda do lápis

Nas ilustrações de H. há a marcação do ponto inicial (situação 1) como referente à medida 90 graus. Isto possibilita ao experimentador indagar-lhe sobre a medida do ângulo inicial da tartaruga na tela. H. demonstra dificuldade em entender que, apesar da tartaruga estar reta, isto não significa que ela esteja orientada 90 graus. Parece mesmo que toda a vez que este sujeito antecipa o traçado de uma linha reta pela tartaruga ela está orientada 90 graus. Percebendo o fato, o experimentador pergunta a H. qual o número que se refere à direção da tartaruga, após o uso do comando **tat** que limpa a tela e recoloca a tartaruga, no centro, orientada 0 grau<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Embora a tartaruga do Logo Gráfico tenha sido idealizada e implementada topologicamente (anda e gira em relação ao seu último estado na tela) existe, intrínseco ao Logo, uma métrica relacionada ao andar da tartaruga, definida pelo sistema cartesiano; e do seu girar, definida pela orientação do sistema polar. Em função dessa especificidade do Logo, é preciso coordenar, no que diz respeito à orientação da tartaruga na tela, o seu comportamento topológico acrescido da métrica dada pela

H. usa o comando **pe 45** e, em seguida, **pd 45**. Então diz: "*a tartaruga voltou à sua orientação inicial*". Embora trabalhe bem com a noção de reversibilidade por negação, H. não se convence sobre a anulação provocada pelos dois comandos acima referidos e continua achando que a orientação da tartaruga é 90 graus. Ainda assim, experimenta os comandos **pd 0** e **pe 0**.

A dificuldade inicial de H. para compreender a direção 0 da tartaruga é procedente por razões relacionadas à sua experiência extra-computador com o lápis e ao seu desconhecimento da métrica do sistema Logo.

A experiência anterior de H. com o lápis (Figuras 4 e 5) leva-o a "colar" a estratégia que utilizou com sucesso para descrever o ângulo de 90 graus à situação da tartaruga. Usa a posição inicial do lápis como indicativa da medida do ângulo. Na situação da queda do lápis, a medida da direção inicial tanto pode ser 90 como 0 graus, ou seja, essa escolha é arbitrária, porque não há nenhuma métrica que estabeleça o 0 graus como o ponto inicial. No caso da tartaruga, entretanto, há um sistema que H. ainda desconhece e que estabelece esta orientação inicial como sendo obrigatoriamente 0 grau.

Convém salientar aqui o que representa a medida zero para a criança que inicia a construção da noção de ângulo. Novamente, do ponto de vista figurativo, a tartaruga em sua posição inicial representa uma perturbação muito significativa pois, se acionada através do comando **pf** - estratégia bastante utilizada pelas crianças - a tartaruga traça uma linha vertical análoga a que traçaria se estivesse em 90, 180, 270 ou 360 graus, embora com orientações diferentes. O traçado de uma linha reta (não quebrada) é o critério "lógico" utilizado pelos sujeitos para confirmar o ângulo reto e seus múltiplos (**pd 90**, **pd 180**, **pd 270** ou **pe 90**, **pe 180**, **pe 270**), conforme mostra a figura 6. A vantagem do Logo neste sentido é a de propiciar a exploração perceptual de uma idéia tão sofisticada em termos de raciocínio, como o fez, por exemplo, H. ao usar **pe 0** e **pd 0**. Haveria outro instrumento capaz de propiciar tal verificação?

---

orientação do sistema polar. Essa coordenação não é facilmente assimilável pelo sujeito que usa a linguagem Logo, quando em processo de construção da noção de ângulo.

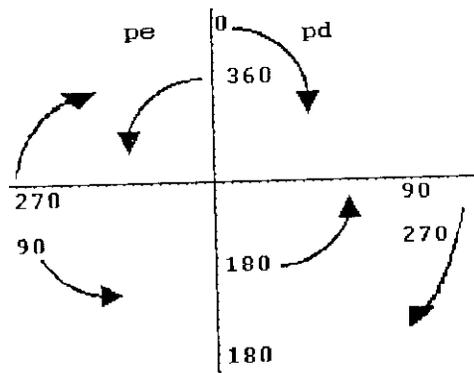


Figura 6 - Representação das orientações da tartaruga no Sistema Logo

Aproveitando a ilustração demonstrada pela Figura 5, o experimentador tenta mostrar a H. através de um outro desenho, que existem "n" posições intermediárias entre as situações 1 e 2 da queda do lápis, ou seja, entre 0 e 90 graus e desafia o sujeito a refletir sobre estas medidas, tanto para o lado esquerdo como para o direito. H., a partir de critérios operativos do tipo divisão do todo em duas partes iguais, chega às medidas de 45; 22,5; 11,25 graus, ora para o lado esquerdo ora para o lado direito.

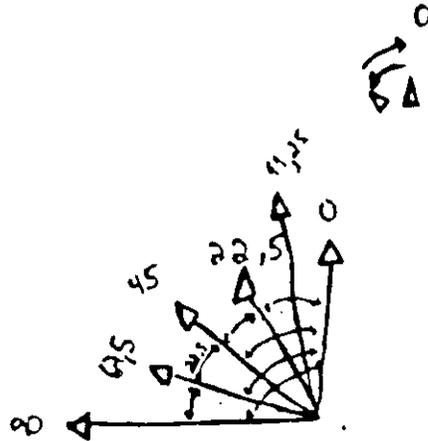
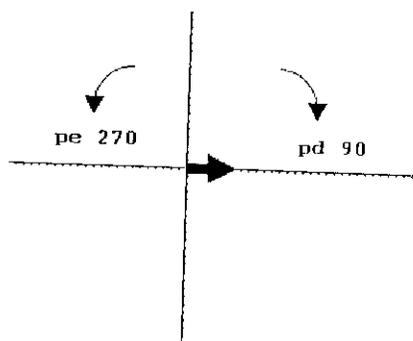


Figura 7 - Representação da queda do lápis no Sistema Logo

Na segunda sessão, H. retoma a construção do robô e refaz os cálculos referentes aos ângulos da figura, evocando o que havia

aprendido sobre as medidas de ângulo de 90 graus e seus múltiplos, tanto para o lado direito como para o lado esquerdo. Assim, por exemplo, o uso de **pe 270** ou de **pd 90** conduzem a um mesmo resultado na tela (Figura 8).



**Figura 8 - Representação da equivalência entre ângulos no Sistema Logo**

Neste segundo momento, observamos a construção da noção de ângulo em dois contextos distintos: queda do lápis e programa do robô. Em cada um deles o sujeito representou para si próprio a tarefa e realizou antecipações e retornos para testar procedimentos e visualizar os fins desejados, tudo isso através do papel funcional de representação. Em outras palavras, as representações do ângulo usando o computador e usando lápis e papel, funcionam como instrumentos que ajudam a pensar e favorecem a depuração das tarefas. O computador por sua vez, e de um modo especial, incita o sujeito a testar e a explicitar suas hipóteses, oferecendo ao pesquisador/professor oportunidade de observá-las, compreendê-las e, conseqüentemente, de intervir no processo de construção de uma noção.

A representação de um objeto de conhecimento em diferentes contextos, como observamos neste estudo, difere em cada um deles, ampliando as condições de se explorar e de se compreender uma noção. De fato, se uma pessoa realiza uma tarefa usando o gesto, o desenho, ou verbalizando, ela tem de inventar procedimentos diferentes para cada uma dessas formas de representação que podem muitas vezes se contradizer ou, ao menos, colocar problemas a quem representa, como ocorreu com H. neste segundo corte da análise. Além disso, a pessoa que

representa tem de escolher instrumentos os mais variados no decorrer desse processo para ajudá-la a pensar.

No mais, o importante é que se trabalhe sobre representações diferentes de uma mesma situação, objeto ou tarefa, para que o sujeito chegue a compor procedimentos móveis e a olhar e compreender o objeto de conhecimento considerando diferentes perspectivas.

### **Recoordenação da noção de ângulo para outras aplicações**

Na terceira sessão, H. já usava regularmente o número 90 e seus múltiplos para girar a tartaruga de ambos os lados. Ao desenhar na tela os braços do robô, que requerem ângulos inclinados (Figura 1) empregou a estratégia da repartição do ângulo reto anteriormente descoberta: 45; 22,5; 11,25 ... graus para a direita e para a esquerda. Tal estratégia possibilitou a H. o controle dos graus complementares do ângulo reto - 90, 180, 270 graus.

Para a visão microgenética, a divisão posterior do número 90 e seus múltiplos para a esquerda ou direita com vistas à resolução de outra tarefa, ou ainda à recoordenação de uma noção para atingir outros fins, diz respeito ao aproveitamento do que o sujeito já "sabe fazer" para chegar ao que ele "quer fazer".

O "saber fazer" supõe uma forma de compreensão diferente da compreensão conceitual. Busca o "como fazer". Refere-se, pois, aos procedimentos que conduzem o sujeito a analisar sua própria maneira de agir e a avaliá-la, verificando a pertinência da mesma a fins similares, parecidos. Interroga o sujeito sobre como deve agir no momento atual, face ao que conseguiu fazer em ocasiões anteriores, o que foi demonstrado nas reações de H. neste terceiro momento da análise.

A apresentação desses três segmentos de análise, deixa claro que a atividade cognitiva não visa apenas a estruturação de conhecimentos; ela também possui uma função de descoberta, que provoca o aparecimento das inovações. Para Piaget, esse tipo de atividade participa tanto da formação de conceitos (sejam abstratos ou práticos) quanto da escolha dos meios de que se utilizam os sujeitos para atingir fins difíceis de serem abstraídos de seus contextos. Neste último caso, à busca de meios deve

ser acrescentado o que recentemente C  llerier (1992) denominou de esquemas familiares. Eles têm fun  o prática, visam fins e constituem uma unidade heurística que:

- atribui significa  o;
- orienta a pesquisa do sujeito;
- controla seus resultados.

Os esquemas familiares são aqueles que funcionam como instrumentos imediatos de que o sujeito lança mão para abordar a realidade. Através desses esquemas os estados são imediatamente visualizados e as transforma  es, operáveis mentalmente, sem que haja interferência de planifica  es intermediárias do sujeito. Esses esquemas representam um "possível", disponível a um dado sujeito, que terá apenas de evocá-los e aplicá-los a uma situa  o específica.

Os esquemas familiares foram utilizados por H. em todos os momentos deste experimento, dado que são imprescindíveis e naturalmente requisitados a cada situa  o em que o sujeito propõe uma hipótese, põe em aço uma "teoria" sobre o problema que enfrenta. Isto por exemplo ocorreu na passagem da versão simplificada do Logo para os comandos do Logo propriamente dito. Os esquemas familiares pré-existent são às experiências atuais e como todo "possível",    rico em potencialidades de atualiza  o. Essa riqueza pode ser amplamente observada todas as vezes em que H. enfrentou sua tarefa e se empenhou em realiz  -la.

A fun  o heurística da atividade cognitiva    fonte de novas idéias e d   acesso    criatividade. Daí a importância dos estudos microgen  ticos ao esclarecimento e aprimoramento das atividades de ensino e aprendizagem que serão discutidas a seguir

## **ALGUMAS CONSIDERA  ES PEDAGÓGICAS**

Embora este estudo tenha sido desenvolvido em condi  es bastante especiais: num laboratório, durante um curto período de tempo e com a participa  o de tr  s experimentadores e um único sujeito, que

implicações pedagógicas decorrentes dessa experiência podem ser úteis, quando transplantadas para a sala de aula?

Em uma análise bastante superficial, uma sala de aula tradicional freqüentemente possui um grande número de alunos, um único professor e poucos materiais didáticos disponíveis para desenvolver um extenso conteúdo programático. Neste contexto, os conhecimentos são dificilmente desenvolvidos a partir do que o aluno já sabe sobre eles e a partir das observações do professor acerca dos processos pelos quais são construídos. Devido a essas características constitucionais do meio escolar e a toda uma concepção reprodutiva do processo de escolarização, o professor quase que exclusivamente faz uso da transmissão de conhecimentos, limitando-se a repassar informações, desconsiderando a natureza das noções que está desenvolvendo com os alunos, e o que os alunos já sabem sobre o assunto. No caso do ângulo, o processo de reinvenção é o que deve ser enfatizado pelo professor na construção dessa noção, dada a sua natureza lógico-matemática. Mas não se descarta, evidentemente, a ocorrência da descoberta e da internalização em sua elaboração pelo aprendiz.

Tanto na situação em que ocorre a transmissão de um conhecimento, como na sua reinvenção, a interação entre o sujeito do conhecimento, seu objeto e o professor, constitui uma rede de aspectos cognitivos, lingüísticos, sociais, afetivos e culturais indissociáveis, seja qual for o tipo de conceito enfocado. Daí a impossibilidade de se conceber uma didática própria da transmissão, uma da re-invenção e uma das descobertas como se fossem autônomas e utilizadas de forma independente uma das outras. Assim sendo, dependendo do aspecto que se quer destacar de um conhecimento e do contexto de seu aprendizado, o professor pode enfatizar uma ou outra opção: a descoberta, a invenção, e o social. Como, então, viabilizar um ambiente de aprendizagem informatizado, a partir da consideração dessa rede de aspectos, em sala de aula? Quais as contribuições do presente estudo neste sentido? As implicações que retiramos dessa experiência são as que se seguem.

Consideremos, primeiramente, a extensão do conhecimento da Linguagem Logo pelo professor. Ele precisa conhecer as especificidades da noção de ângulo nesse sistema. A tartaruga tem um ponto inicial de orientação (girar) e de posição (andar). Tal ponto indica a confluência de dois sistemas que são subjacentes ao comportamento topológico da

tartaruga: o sistema polar, apenas no que se refere à orientação (ponto 0 grau) e o sistema cartesiano, no que se refere à posição da tartaruga no espaço da tela (ponto 0 0).

Portanto, com relação à orientação, existe um eixo imaginário ao redor do qual a tartaruga gira ou para a direita ou para esquerda, completando uma volta de 360 graus, que são representados pela mesma orientação da tartaruga na tela.

Para cada ângulo girado para a direita existe um simétrico, para a esquerda. O andar da tartaruga em linha reta não implica, portanto, que ela esteja orientada para **pe 90** ou **pd 90** (conforme figura 6); a linha reta é definida sempre pela última orientação (giro) assumida pela tartaruga. Desse modo, a noção de ângulo não aparece em seu estado "puro" no sistema Logo, como ocorre nos programas escolares comuns, em que esse conteúdo acadêmico é tratado isoladamente. Da mesma forma, a referida noção em sala de aula, não é, no geral, contextualizada, isto é, sua função não é discutida e compreendida pelo aluno, restringindo-se a uma definição conceitual aplicada quase sempre ao desenho de figuras geométricas.

Por outro lado, a confluência entre o andar e o girar da tartaruga, deixa claro que os aspectos figurativo e operativo dos conhecimentos são indissociáveis. H. demonstrou tal fato em todas as explorações da noção de ângulo no computador. De certo, os diferentes traços que a tartaruga riscava na tela são decorrentes das diversas orientações que ela assume, as quais são ativadas simultaneamente pelo sujeito ao teclar os comandos. Em uma palavra, ao teclar **pd 20** o sujeito seleciona uma orientação e indica, ao mesmo tempo, a posição em que a linha deverá ser riscada.

A construção da noção de ângulo no sistema Logo não implica que o professor o conheça do ponto de vista psicogenético, bem como as suas diversas aplicações, mas, sim, o funcionamento da noção no contexto computacional. Esse conhecimento é que, primordialmente, lhe permite acompanhar as explorações que o aluno realiza para reinventar a noção de ângulo no computador e desafiar o pensamento do aluno, em busca de estratégias que venham a consolidar a aprendizagem em questão.

Em outras palavras, o professor não precisa ser um "expert" em Matemática para ensinar a seus alunos a noção de ângulo. Ao reaprendê-

la no contexto computacional, ele adquire condições de ensiná-la, pois a atividade de programar Logo, permite-lhe também refletir sobre suas ações nesse sentido.

A mesma situação se repete com relação a outros conteúdos e, em particular, cabe citar o que diz Franchi (1987) sobre o ensino da Gramática, ao se referir a um professor de Português:

*"... devemos aprender a refletir teoricamente sobre a prática de muitos professores que, no trabalho de sala de aula seguem resultados surpreendentes com base sobretudo em atitudes e intuições adequadas sobre a natureza da linguagem e o caráter da atividade pedagógica, mesmo quando suas concepções explícitas ficam longe do que essa reflexão teórica suporia mais acertado" (p. 45).*

Quanto ao caráter integrativo das diferentes atividades de aprendizagem e a maneira como o sujeito se comporta em cada uma delas, verificamos neste experimento que as atividades extra-computador subsidiaram o processo de construção do ângulo. Essas atividades podem servir ao aluno, no momento em que ele "depura" as dificuldades de compreensão do ângulo, ou quando está envolvido em aperfeiçoá-la. Elas são, portanto, úteis à sua compreensão, quando ele se depara com um fracasso ou quando o próprio êxito lhe desperta a curiosidade e o desejo de conhecer mais. As atividades extra-computador são complementares àquelas que o aluno realiza diretamente na máquina e podem também ser acionadas em outras situações de aprendizagem mais gerais. Assim sendo, elas podem ser usadas no momento em que surge um problema específico na tela, vale dizer, um fator complicador no processo de programação, como antes e/ou mesmo depois da elaboração de um programa computacional. O que vai determinar o momento da inclusão desse tipo de atividade é o olhar avaliativo e contínuo do professor, diante do processo cognitivo vivido pelo aprendiz. Além do mais, é preciso lembrar que uma atividade extra-computador não é proposta com vistas a ser "colada", ou melhor, reproduzida integralmente na tela. Ela possibilita ao aluno o deslocamento da estratégia de construção de uma noção para um outro contexto de aprendizagem, que difere daquele da máquina, e que por isso mesmo amplia as condições de explorar e compreender a noção.

O sucesso das estratégias utilizadas em atividades no computador e fora dele pressupõe uma acomodação do sujeito ao objeto em

construção. Isso implica nos ajustes que ele deverá realizar para atender às especificidades do objeto em diferentes situações. Tal fato ocorre toda vez que transitamos em diferentes contextos de aprendizagem. Neste caso, vale citar o exemplo das crianças em processo de aquisição da linguagem escrita, que não se restringe a uma mera codificação da linguagem oral, através de sinais gráficos, mas envolve uma reestruturação da atividade lingüística do sujeito para se acomodar às particularidades da linguagem escrita. Neste experimento, veja-se, a propósito, o comportamento de H., registrado nas Figuras 4 e 5, quando representa a queda do lápis.

Por outro lado, observando-se o conflito que se instaurou em H. quanto à medida inicial do ângulo na queda do lápis e do ângulo da tartaruga na tela, é oportuno lembrar a maneira como o professor deve agir ao fornecer um novo dado que permita esclarecer e dar continuidade à aquisição de uma dada noção. No caso presente, teria valido a pena "induzir" H. a atribuir à posição inicial do lápis a medida 0 grau, para compatibilizá-la à situação da tartaruga? Ou o experimentador, ele próprio, ter atribuído à representação do ângulo do lápis a medida 0 grau?

Creemos que não, por alguns motivos. Em primeiro lugar, se disséssemos qual era essa medida teríamos negado a H. a oportunidade de selecionar outras coordenadas, que não as da tartaruga, para medir o ângulo inicial e final (H. usou a mesa - plano vertical). Em segundo lugar, o confronto entre as medidas do ângulo da tartaruga e o do lápis foi importante para que H. percebesse a arbitrariedade da medida inicial da tartaruga, que é específica no sistema Logo.

Com isso não se descarta a necessidade e o valor de se oferecerem certas informações na construção de conceitos, recursos de que o experimentador fez uso no momento seguinte, em que esclareceu o sujeito sobre a medida 0 graus, no contexto da tartaruga. Aqui sim, teríamos motivos para questionar se haveria alguma razão para não se apresentar diretamente esse dado ao sujeito.

Em uma palavra, queremos dizer que a transmissão de informações é um dos fatores do desenvolvimento dos conhecimentos e que por isso deve fazer parte de uma prática pedagógica. Mas constitui um grande desafio para o professor saber utilizar esse fator de modo

oportuno. Os processos de reinvenção e de descoberta, por outro lado, prescindem do que já é conhecido historicamente.

No que se refere ao olhar avaliativo e contínuo do professor, cabe fazer algumas considerações. A disponibilidade necessária para que esse "olhar" se concretize está relacionada a dois pontos principais: à compreensão por parte do professor do processo de construção do conhecimento nos diferentes alunos e a possibilidade de, ele próprio, acompanhar esse processo em sala de aula. Começemos pelo primeiro ponto. No processo de construção de um conhecimento, tanto o aprendiz quanto aquele que se propõe a solicitá-lo enfrentam desafios, desequilíbrios e buscam regulá-los cada qual enfocando um aspecto específico da situação. Ao aprendiz cabe evoluir no entendimento do conteúdo e ao professor, avançar na compreensão de como o referido conteúdo está sendo assimilado pelo aprendiz, para que possa ser construído ativamente. Queremos dizer que, ao aprender e ao ensinar, o sujeito tem de regular a todo instante sua organização cognitiva para melhor entender os fenômenos que se apresentam. É evidente que esse processo, tanto para o professor, quanto para o aluno, não é linear; as regulações implicam lacunas, erros, êxitos, o que significa que alguns comportamentos serão mantidos, e outros, substituídos, modificados e ampliados pelo concurso de informações que nem sempre aparecem de imediato. Aqui, então, podemos lembrar a importância de se reconhecer nos erros e nos êxitos do aluno indícios do que lhe falta para avançar nesse processo, fatos que auxiliam o professor a redirecionar suas atitudes, seus planos e o uso de recursos pedagógicos para ajustar a situação às necessidades de cada aluno.

Mas isso só não basta. Uma sala de aula é diferente de um laboratório, onde é possível uma maior proximidade entre o experimentador e seu sujeito, durante a estruturação de uma noção. Sendo assim, a dinâmica dessa sala precisa sofrer modificações de base, que assegurem ao professor a condição de realizar concomitantemente o acompanhamento da aprendizagem de cada aluno e o de suas próprias ações como mediador do ensino. Para tanto, nesse ambiente de trabalho educacional deverão acontecer, simultaneamente, trabalhos individuais e em pequenos grupos e os recursos didáticos precisam estar sempre disponíveis para atender às necessidades do professor e dos alunos, sem uma previsão e um caráter pré-definido de uso. É fundamental também

que exista uma plasticidade nos planejamentos das atividades, o que não significa que as aulas não obedeçam a nenhum plano norteador.

Essas modificações favorecem os alunos, porque lhes permitem explorar autonomamente uma mesma noção em diferentes contextos. Quanto ao professor, beneficiam-no em sua atuação, porque ensejam uma interação mais particularizada com seus alunos, reduzindo as aulas expositivas e todos os demais contextos que o distanciam do grupo e aumentam o tempo que ele pode dedicar ora a um ora outro aluno, conforme o necessário.

Quando o professor assume um papel assim caracterizado, ele pode se intitular um "designer of setting". Essa concepção do profissional de educação aplica-se a todo professor que é sensível e que põe em ação a sua capacidade criativa para estimular os diferentes processos de aquisição do conhecimento que ocorrem em uma mesma sala de aula. Ele é de fato um "designer", quando coloca toda sua arte ao ajustar as intervenções pedagógicas à aprendizagem de seus alunos, levando em consideração o traçado dos processos de aprendizagem de cada um.

## CONCLUSÃO

Embora pareça paradoxal termos retirado de um breve estudo de caso implicações pedagógicas para o trabalho de sala de aula, acreditamos que a análise microgenética e os ambientes informatizados têm muito a oferecer à compreensão dos processos de ensino e aprendizagem. Pelo uso do computador, pode-se perceber a riqueza de procedimentos empregados pelo sujeito ao resolver problemas e retirar da atividade de programar elementos que interessam a uma reflexão sobre as práticas de ensino escolar em geral. A idealização do Logo simpatiza-se com uma pedagogia ativa, não diretiva, que permite ao aluno agir por si mesmo sem que lhe sejam impostas soluções já prontas, opondo-se à escola tradicional, que procura antes ensinar, repetir, do que compreender e criar. A especificidade do quadro experimental enfocado (noção de ângulo), mostrou que qualquer ambiente de aprendizagem mais geral tem de deixar emergir a diversidade dos processos individuais de aprendizagem e compreensão de uma noção, aqui exemplificados por H.

De antemão, afastamos a hipótese de confundir o papel do professor com o do experimentador no sentido clássico, que implica em ter condições de acompanhar, em profundidade, o processo de aprendizagem de toda e qualquer noção em todos os seus alunos. Cabe a ele, contudo, estar atento para que não impeça, em nenhum momento, que o aluno ponha em prática, automaticamente, as diversas estratégias que elaborou para construir um conhecimento. Uma maneira de favorecer essa autonomia é implementar o uso de diferentes estratégias de ensino e propiciar atividades pedagógicas diversificadas que contribuam para que o aluno aprenda. O papel dessas estratégias e atividades é o de ampliar o referencial de conhecimento pela representação do mesmo em diferentes meios de aprendizagem, o que envolve a reconstrução do conhecimento a cada representação efetuada.

Em outras palavras, o que presenciamos neste trabalho, é que a noção de ângulo no computador e na atividade que lhe foi externa assumiu diferentes perfis, definidos pelas situações de aprendizagem em que estava sendo construída. Isto significa que uma noção está intrinsecamente ligada a diversos referenciais.

Portanto, é preciso que o professor, aceite, colabore, intermedie esse processo, pois sua função não é nem de controlador, nem de mero expectador dessa história...

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Inhelder, B.; Cellérier, G. et alii. (1992) *Le cheminement des découvertes de l'enfant. Recherche sur les microgenèses cognitives*. Paris, Delachaux et Niestlé.
- Franchi, C. (1987) *Criatividade e Gramática*. Em Trabalho em Linguística Aplicada, nº 9.
- Piaget, J. *A Tomada de Consciência*. (1977) Trad. Edson Braga de Souza. São Paulo, Melhoramentos e Editora da Universidade de São Paulo.
- Piaget, J. et alii. (1985) *O possível e o necessário: evolução dos possíveis na criança*. Trad. Bernardina Machado de Albuquerque. Porto Alegre, Artes Médicas.

## CAPÍTULO 13

# O TRABALHO LINGUÍSTICO DO SUJEITO AO ADQUIRIR A LINGUAGEM LOGO

Fernanda Maria Freire Barrella\*

### INTRODUÇÃO

Este artigo discute o trabalho linguístico que o sujeito realiza ao programar a linguagem Logo Gráfico. Este trabalho linguístico é possibilitado pelo conhecimento linguístico que o sujeito possui sobre a sua linguagem natural: a língua da qual o sujeito é falante e que, no nosso caso, seria a língua portuguesa.

O tema deste estudo surgiu em decorrência do caráter especial do Logo Gráfico: sabemos que essa linguagem não é uma linguagem de programação tradicional mas, também sabemos, que ela não é a nossa língua natural na sua forma escrita. Entretanto, pelo fato de o Logo Gráfico conservar, intencionalmente, algumas das características da nossa língua natural, como o tipo de nome dos comandos, e, usar a forma escrita como meio de comunicação com a máquina, pode-se pensar que o sujeito que aprende a programá-la não precisa aprendê-la do ponto de vista linguístico.

Através de alguns dados ilustrativos discuto como esse trabalho linguístico acontece. Os exemplos são de crianças surdas que estavam aprendendo o Logo Gráfico ao mesmo tempo que estavam aprendendo a língua escrita. Esta peculiaridade, torna o trabalho linguístico ainda mais evidente, embora, possamos observá-lo durante a atividade de

---

\*Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

programação de adultos e crianças ouvintes mesmo depois de terem adquirido um domínio sobre o código da linguagem de programação.

Existe, pois, um período de aquisição da linguagem artificial, durante o qual o sujeito reflete sobre a sua própria língua natural e sobre essa linguagem artificial, com o objetivo de compreender o funcionamento e as especificidades desta nova linguagem. Aprender a linguagem Logo não é desvinculado do conhecimento linguístico do sujeito, isto é, da sua língua natural. A aquisição do código da linguagem artificial por um sujeito letrado, por exemplo, possui características diferentes daquelas observadas durante a aquisição do mesmo código por um sujeito não letrado. Isso não quer dizer que o sujeito letrado não realiza nenhum trabalho linguístico, significa apenas que, potencialmente, essa aquisição poderá ser mais rápida e menos evidente aos olhos do observador.

O fato de se conceber uma fase de aquisição do código artificial que se baseia no conhecimento linguístico do sujeito, traz algumas consequências. Uma delas, é que esta aquisição não pode ser vista como um processo à parte da própria atividade de programação. O sujeito adquire o código da linguagem de programação por que ele, efetivamente, está aprendendo a programar e está interagindo com o computador. Portanto, o processo de resolução de um problema utilizando o computador não é separado do processo de escolher comandos, juntá-los e testá-los. Ao contrário, as manipulações que o sujeito realiza com e sobre a linguagem de programação são de extrema importância para o próprio processo de resolução de problemas. É exatamente por isso que, em Logo, pode-se resolver um mesmo problema de várias maneiras. A outra consequência, tem a ver com a participação da língua natural no processo de programação. Isso amplia o papel da linguagem Logo Gráfico enquanto ferramenta pedagógica e terapêutica. O Logo pode ser uma atividade extremamente interessante, por exemplo, para observarmos fenômenos linguístico-cognitivos de sujeitos "especiais", como surdos e cérebro-lesados, por que permite a observação e o acompanhamento da emergência de fenômenos desta natureza. Este material pode servir como base para reflexões teóricas e práticas acerca da natureza da problemática dessas populações ou, de forma mais geral, sobre a natureza desses mesmos fenômenos.

Este capítulo está dividido em duas partes: na primeira, são feitas considerações a respeito de algumas características linguísticas do Logo Gráfico e, na segunda parte, são discutidos os exemplos. A hipótese fundamental do trabalho é a de que a língua natural do sujeito possibilita a aquisição do Logo que, por sua vez, possibilita uma reflexão sobre a língua natural. Assim, estabelece-se uma relação dialética entre a língua natural e a linguagem Logo, uma auxiliando o desenvolvimento e/ou aprofundamento da outra.

## CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DO LOGO GRÁFICO

A programação de computadores frequentemente é vista como uma atividade difícil, acessível apenas a algumas pessoas. A linguagem Logo surgiu como uma proposta educacional que tem por objetivo, entre outras coisas, propiciar um ambiente de programação de computadores para não "experts".

Há vários fatores envolvidos no ensino da programação responsáveis por essa crença, entre eles, o tipo de linguagem que permite a interação entre o usuário e o computador (Rocha, 1991). Geralmente, as linguagens de programação possuem uma sintaxe extremamente difícil e são implementadas em inglês, obrigando os alunos a dedicarem muito esforço no aprendizado da linguagem de programação enquanto código linguístico artificial. A aprendizagem do código da linguagem ocorre de forma descontextualizada, isto é, aprender a linguagem em si não tem nenhuma relação com a atividade de programação. A programação passa a ser uma atividade de resolução de problemas bastante complexa e a linguagem serve somente para codificar a resolução final a fim de ser passada para o computador.

A concepção de linguagem de programação sustentada por Papert (1985) é bastante diferente, principalmente quando se pensa em um ambiente de programação para não "experts". Nesse caso, é desejável que a linguagem de programação facilite a interação entre o sujeito e o computador. Segundo Papert é possível *"construir computadores de modo que aprender a comunicar-se com eles seja um processo mais parecido com o processo de aprender francês morando na França do que com o método antinatural do ensino americano de línguas estrangeiras"* (Papert, 1985; p.18).

O pressuposto por detrás dessa afirmação é o de que a criança aprende a linguagem computacional por que a utiliza e não por que decora os comandos e as regras de uso dos mesmos. Podemos pensar que isso é análogo ao que ocorre com a criança quando ela está adquirindo a sua língua natural. Nessa fase, a criança gradativamente vai aprendendo a sua língua não por que ela "decora" as palavras ou recebe "aulas" de como falar, mas, por que ela conversa com as pessoas e, durante essa interação vai construindo a sua linguagem. O mesmo tem sido mostrado com relação à construção da língua natural de modalidade escrita (Ferreiro e Teberosky, 1986). A aquisição da linguagem pela criança é um processo longo, complexo, no qual o interlocutor representa um papel de fundamental importância. Da mesma maneira, o sujeito que aprende uma linguagem de programação, precisa interagir com o computador - que neste caso é o seu interlocutor - a fim de construir um conhecimento sobre o funcionamento desse código artificial (Barrella, 1991).

A viabilização destas idéias no âmbito computacional deu origem à Geometria da Tartaruga ou Logo Gráfico. Mas, quais as características do Logo Gráfico que o tornam diferente das demais linguagens de programação? Talvez, a mais importante delas, seja o tipo de comando que foi selecionado para o sujeito manipular essa parte do Logo. Além disso, a sintaxe do Logo é extremamente simples. Os nomes dos comandos representam as expressões mais usadas pelas crianças da cultura americana quando elas se referem a certos conceitos matemáticos, espaciais, etc.. O mesmo cuidado tem sido mantido nas traduções do Logo em diferentes línguas.

Essas características, certamente, facilitam o desenvolvimento do processo de programação. Por exemplo, no uso social que o sujeito mantém com a sua língua natural, possivelmente, o sujeito já atribuiu significados às expressões que no contexto do Logo Gráfico são os nomes dos comandos. É provável que todas as crianças, depois de uma certa idade, saibam o que significam as expressões: "nada", "lápiz", "borracha", "mudar a cor do lápis"; isto é, sabem o que significam os termos usados como nomes dos comandos: **un** (**usenada**), **ul** (**uselápis**), **ub** (**useborracha**), **mudecl** n<sup>o</sup> (mude a cor do lápis para tal número). Esse conhecimento de língua natural ajuda o sujeito no contexto de programação por que remete-o a uma certa regionalidade, isto é, para um certo universo de interpretação que o ajuda a re-interpretar esses termos na situação de programação. Quando o sujeito vai usar um comando

como **ub** (**useborracha**) ele sabe que vai acontecer alguma coisa relacionada a "apagar". Entretanto, somente a manipulação dos comandos em situações de programação é que podem levar o sujeito a construir as regras de uso dos mesmos. O sujeito precisa ver como isso realmente acontece no computador para re-construir o significado do nome do comando. Voltando ao exemplo acima, a criança somente vai atribuir significado aos comandos: **un**, **ul**, **ub**, **mudecl** n<sup>o</sup> quando eles estiverem combinados com outros comandos que deslocam a tartaruga:

**un** **pf** n<sup>o</sup>

(tirar o lápis e mandar a tartaruga andar alguns passos)

**un** **pf** n<sup>o</sup> **ul** **pf** n<sup>o</sup>

(tirar o lápis, mandar a tartaruga andar alguns passos, recolocar o lápis e mandar a tartaruga andar mais alguns passos)

**pf** n<sup>o</sup> **ub** **pt** n<sup>o</sup>

(mandar a tartaruga andar alguns passos, trocar o lápis pela borracha, mandar a tartaruga voltar alguns passos)

**mudecl** n<sup>o</sup> **pf** n<sup>o</sup>.

(mudar a cor do lápis e mandar a tartaruga andar alguns passos)

A mesma coisa acontece com sujeitos adultos e letrados. Em cursos de formação de professores, várias vezes, observamos algumas pessoas usando o comando **ul** antes de comandos de deslocamento da tartaruga (como **pf** n<sup>o</sup> e **pt** n<sup>o</sup>) durante todo o tempo. O sujeito ainda não compreendeu que o estado inicial da tartaruga é com lápis e que este comando só precisa ser ativado no caso de outro comando ter retirado o lápis (como **un** ou **ub**). Outra exploração bastante comum nestas situações é o sujeito usar o comando **ul** combinado com um comando de giro da tartaruga (como **pd** n<sup>o</sup> ou **pe** n<sup>o</sup>) na tentativa de fazer a tartaruga riscar enquanto gira. Neste caso, o sujeito ainda não atribuiu um significado ao comando de giro e, conseqüentemente, não consegue fazer a distinção entre o andar e o girar da tartaruga. As ações do sujeito sobre o código artificial podem revelar o tipo de atribuição de significado que ele está fazendo a cada momento da atividade de programação.

Estes exemplos demonstram que os cuidados tomados na implementação do Logo Gráfico apesar de facilitarem a interação entre o sujeito e o computador não são uma garantia de que o sujeito não precisa "pensar" sobre o significado dos comandos que mediam essa interação. Os processos de re-significação dos nomes dos comandos e de construção de regras de uso dos mesmos no contexto de programação indicam que

existe um período inicial de aprendizagem que é dedicado à aquisição do Logo Gráfico enquanto sistema linguístico artificial. Essa aprendizagem é possibilitada pelo conhecimento linguístico que o sujeito possui sobre a língua natural da qual ele é falante. Entretanto, o fato de o sujeito ser falante de uma língua natural não implica que essa aquisição seja um processo direto e simples. O sujeito hipotetiza sobre o funcionamento da linguagem de programação e esse processo é marcado por hesitações, comprovações, depurações, ajustes, uma série de atividades linguísticas permitidas pela sua língua natural.

Essas atividades linguísticas são ainda observadas quando o sujeito que programa o Logo é um sujeito não alfabetizado ou que está iniciando o processo de aquisição de leitura e escrita. Além do processo de re-significação e de construção de regras de uso do Logo, o sujeito tem que se dedicar à construção da escrita dos comandos. Estes aspectos se lhes apresentam de forma integrada.

Aprender a escrever os comandos da linguagem Logo Gráfico e aprender a língua escrita ao mesmo tempo implica observar e analisar as influências dialéticas destas aquisições. Por exemplo, Maraschin (1989), em seu artigo Os Processos de Leitura e Escrita de Crianças em Interação com o Computador analisa *"as modificações no processo de aprendizagem da escrita e da leitura de crianças em fase de alfabetização usando o computador"* (Maraschin,1989; p.1). Um dos exemplos discutidos é o de uma criança de 8 anos que define o seguinte procedimento em Logo:

```
ap auva
esc [ auva é boa ]
esc [ oivo come auva ]
esc [ amamãe faz suco de uva ]
fim
```

O episódio é analisado da seguinte forma:  
*"neste momento o significado é dado pelo esquema conceitual do sujeito que, gradativamente, deixa de ser individual e egocêntrico. Para que a escrita possibilite um intercâmbio interindividual deve adquirir fixidez e, por consequência, ser expressa por signos.(...) os dois problemas básicos da escrita, ou seja a quantidade e a qualidade das letras são agora resolvidos no sentido de escrever tantas letras quantas forem os fonemas e com os valores sonoros convencionais. Mesmo assim, ainda restam algumas questões ortográficas para a criança resolver, tais como troca de letras, acentuação, separação das palavras, pontuação, etc.."* (Maraschin,1989; p.9).

A autora se refere a um momento do processo de alfabetização em que a criança começa a compreender o nosso sistema alfabético de escrita. Embora a autora tenha chamado a atenção para um momento importante desse processo, a análise não considera a influência que a linguagem Logo pode estar exercendo sobre o mesmo e que resulta na produção escrita mostrada pelo exemplo. Vejamos o tipo de segmentação que a criança realizou ao escrever o seu texto usando a linguagem Logo. Sabemos que mesmo as crianças que não interagem com o computador apresentam problemas na separação de palavras. Isto decorre, entre outros fatores, da temporalidade da oralidade em oposição à representação espacial da escrita. A fala é contínua e a escrita é segmentada mas, a criança ainda não percebe quando deixar um espaço em branco entre uma palavra e outra. A noção de palavra é uma noção característica da língua escrita.

Entretanto, a criança que usa a linguagem Logo tem problemas adicionais. O computador não é um interlocutor complacente. A forma escrita do comando precisa estar rigorosamente correta para que o computador decifre o que a criança escreveu. Mas, como a criança do exemplo descrito anteriormente aprendeu as formas de escrita dos comandos **ap (aprenda)**, **esc (escreva)**, **fim**? Por que ela não aglutina a escrita de comandos? Por que a criança, sistematicamente, aglutina o artigo e a primeira palavra de cada uma das orações que ela escreve? Por que a única palavra que ela aglutina e que não está no início da oração é **auva** - que é o nome do próprio procedimento? Isso não tem relação com o fato de o nome de um procedimento em Logo ter que ser, necessariamente, uma única palavra?

Há uma diferença computacional importante entre os comandos **ap (aprenda)** e **esc (escreva)**. Os dois precisam de parâmetros para funcionar. O parâmetro do comando **ap** é sempre uma única palavra<sup>1</sup>.

Daí a razão da criança ter transformado o título - a uva - em uma única palavra (**auva**). Já, o parâmetro do comando **esc** é uma lista, cujo conteúdo pode ser qualquer objeto, isto é, palavras, números ou outras

---

<sup>1</sup>Há outro aspecto importante: o usuário pode escolher qualquer palavra para nomear o seu procedimento. A palavra escolhida pode não ter nenhuma relação com o desenho feito na tela, pode ter algarismos na sua forma escrita, pode não ser a forma convencional da língua escrita. Entretanto, uma vez definido o procedimento, esta palavra passa a fazer parte da "escrita convencional" da linguagem Logo e a sua grafia não pode ser alterada. Este fato é relevante para a atribuição de significados aos novos comandos (Barrella, 1991).

listas. No caso do exemplo anterior, o conteúdo da lista é uma série de palavras. Essas palavras podem ou não ser escritas de acordo com as regras da língua escrita. À princípio, essas palavras não têm nada a ver com a escrita convencional do Logo. A minha hipótese é a de que a criança construiu a regra para nomear os procedimentos e a "generalizou" para outras situações, por exemplo, aplicando-a às primeiras palavras do parâmetro do comando **esc** ( [auva é boa], [oivo come auva], [amamãe faz suco de uva] ) ou sempre que o nome do procedimento aparece em outras posições na oração ( [oivo come auva] ).

O que podemos observar neste pequeno exemplo é que ao mesmo tempo o sujeito tem que lidar com regras que são específicas do sistema linguístico artificial: escrita de comandos que não seguem a relação fonema/grafema, uma única palavra como "título" de um procedimento, uso de colchetes que indicam que aquele comando precisa de um parâmetro; e, com regras específicas da língua escrita: segmentação, pontuação, acentuação, entre outras características. Para o professor, por sua vez, é indispensável conhecer as características do Logo e da língua escrita para que ele possa auxiliar o sujeito a construir as diferenciações entre os dois sistemas e saber quando é oportuno, ou não, utilizá-los do ponto de vista pedagógico, sem esquecer que a opção por ambos implicará em uma processo de construção com influências recíprocas.

É preciso, pois, compreender que o formato da linguagem Logo Gráfico possui características - como o tipo de nome de comando - que a aproximam da linguagem natural e a distanciam das linguagens computacionais mais tradicionais. Entretanto, não se pode confundir a linguagem natural com uma linguagem de computadores especial. Essa confusão pode levar ao equívoco de se minimizar essa fase inicial de aquisição do código artificial. Além de estarmos equivocados quanto à natureza linguística dessas duas linguagens, estamos desconsiderando o papel da língua natural durante a atividade de programação. Além disso, estamos subestimando o potencial do Logo enquanto ferramenta terapêutica e educacional. Talvez esses fenômenos linguísticos passem despercebidos por que não sabemos observar esse período inicial de aquisição do código da linguagem de programação, não o consideramos relevante para o processo de programação em si e não lidamos com uma população que evidencie esses fenômenos. Acredito, que alguns dados ilustrativos de crianças surdas em fase de alfabetização, possam contribuir para a observação do trabalho linguístico que se desenvolve ao

longo da atividade de programação. É o que tentarei fazer no próximo seguimento.

## **APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE ALGUNS DADOS ILUSTRATIVOS**

Antes de apresentar alguns dados que ilustram o trabalho linguístico que o sujeito realiza ao utilizar o Logo Gráfico seria interessante justificar por que foram escolhidos dados de crianças surdas que estão ao mesmo tempo aprendendo o Logo Gráfico e a língua escrita.

Sabemos, através da literatura, que o estudo da linguagem em estados psicopatológicos e anormais pode beneficiar o estudo das relações entre o que se denomina de vida mental e linguagem (Dascal, 1983) ou, em outra perspectiva teórica, entre cérebro e linguagem (Coudry, 1990). Creio que tanto a atividade de programação Logo quanto a surdez são temas que suscitam questionamentos acerca destas relações.

Como já foi dito, a aprendizagem de uma linguagem de programação é sustentada e possibilitada pela linguagem natural do sujeito que a aprende. No caso de sujeitos surdos este aprendizado torna-se especialmente interessante por que, como ouvintes, temos algumas limitações para caracterizar o que seria a linguagem natural dessas crianças. As crianças que participaram da experiência cujos dados serão apresentados não desenvolveram de forma efetiva nem a linguagem oral (uma das modalidades da linguagem natural dos ouvintes) nem a linguagem dos sinais (considerada por vários autores - Ferreira Brito (1981), Bouvet (1979) e Montez (1979) in Ferreira Brito (1981) - como a linguagem natural dos surdos).

A linguagem que essas crianças usam é constituída por vocalizações, emissão de algumas palavras, gestos indicativos, gestos da língua dos sinais, desenhos, dramatizações, entre outras coisas. Neste caso, a aprendizagem do Logo, além de permitir um trabalho linguístico importante para essa população, pode revelar aspectos sobre a linguagem natural desses sujeitos.

O desenvolvimento de estudos como esse podem, a longo prazo, oferecer um rico material acerca do processo de aquisição de uma linguagem artificial, acerca do conhecimento linguístico de certos tipos de surdos e sobre a natureza da própria linguagem. É esperado que esses achados permitam uma reflexão sobre outros sujeitos com problemática semelhante ou, mesmo, sobre sujeitos considerados "normais".

Durante o período inicial do aprendizado do Logo Gráfico o trabalho linguístico que o sujeito realiza é ainda mais evidente. O sujeito apóia-se muito mais no conhecimento linguístico que ele já possui e, que no caso das crianças surdas, é bastante peculiar. É análogo ao que ocorre a nós, ouvintes, quando aprendemos um novo idioma: inicialmente, nós pensamos usando a nossa língua natural e fazemos os ajustes necessários para falar alguma coisa na nova língua que está sendo aprendida. Além disso, esta fase de aquisição da linguagem de programação muitas vezes é negligenciada, talvez, pelo fato de ficarmos ansiosos pelos programas computacionais que, de antemão, sabemos que os alunos poderão desenvolver. Consequentemente, creio que não sabemos como observar esse processo e como interpretar as explorações que as crianças realizam nesta fase.

Finalmente, a aquisição simultânea da língua escrita e do Logo Gráfico pode mostrar as relações de reciprocidade entre estes processos, como já foi mencionado ao discutirmos o exemplo apresentado por Maraschin (1989).

Os dados que serão apresentados fazem parte do trabalho que é desenvolvido no Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) em convênio com o Centro de Estudos e Pesquisas em Reabilitação Prof<sup>º</sup> Dr. Gabriel de O. da S. Porto (CEPRE Gabriel Porto) onde se realiza o projeto "Uso da Linguagem Logo com Deficientes Auditivos"<sup>2</sup>. São momentos de um trabalho que se desenvolve desde 1985 com diferentes grupos de crianças surdas que possuem como características comuns, em sua maioria, surdez profunda congênita, nível sócio-cultural baixo e uma forma de comunicação bastante heterogênea: fala, gestos, dramatizações, etc.. O objetivo do projeto é o de desenvolver uma metodologia de trabalho que integre os materiais didáticos tradicionais com o

---

<sup>2</sup>Agradeço à pedagoga Cloide Gagliardi, que atua diretamente junto às crianças, cuja competência e dedicação tem permitido essas observações e reflexões.

computador enquanto ferramenta pedagógica. Dessa forma, a cada ano, o trabalho assume novos contornos tendo em vista as necessidades daquele determinado grupo de crianças (geralmente de 4 a 6 crianças com idades entre 6 e 8 anos).

## **Desenhando letras no computador**

O primeiro exemplo, faz parte de uma atividade de sala de aula que foi desenvolvida pela pedagoga em vários contextos, utilizando diferentes tipos de materiais, entre eles, o computador. As crianças estavam aprendendo sobre os dias da semana, os meses, o que é hoje, ontem e amanhã, etc.. A pedagoga realizou várias atividades em torno deste tema e isto servia como material para ela desenvolver uma série de noções como: orientação temporal, números, língua escrita, sequencialização, calendário, entre outras coisas.

Um dos projetos desenvolvidos com o auxílio do computador foi desenhar a palavra HOJE (Figura 1). Cada uma das crianças escolheu uma letra da palavra para implementar como projeto individual no computador. A coleção das letras tornou-se um projeto coletivo bastante interessante por que as crianças tiveram que analisar vários aspectos computacionais, espaciais, matemáticos, linguísticos e estéticos envolvidos na junção das letras na tela. Cada letra da palavra foi definida como um procedimento cujo nome se refere ao nome da letra do alfabeto. O procedimento que juntava todas as letras na tela do computador tinha o mesmo nome do desenho (*hoje*), cuja escrita convencional já era conhecida pelas crianças.

HOJE

ap hoje	ap aga	ap lo	ap lj	ap le
aga	un	e	un	e e e
lo	t 5	e	t 9	f 12
lj	e e e	e	d d d	d d d
le	f 12	un	f 3	t 6
fim	d d d	f 3	e e e	f 6
	ul	e	f 1	e e e
	f 12	e	t 2	t 6
	t 6	e	f 1	e e e
	e e e	ul	d d d	f 6
	t 6	f 12	t 3	t 6
	f 12	d	d d d	e
	fim	d	f 6	e
		d	e	e
		f 6	e	f 6
		d	e	e
		d	f 12	e
		d	e	e
		f 12	e	t 6
		d	e	dt
		d	f 4	fim
		d	t 8	
		f 6	fim	
		fim		

**Figura 1. Resultado do programa hoje na tela do computador e definição dos procedimentos**

Do ponto de vista linguístico, esta atividade é interessante por que possibilita a observação de algumas das relações envolvidas na construção do sistema linguístico do Logo Gráfico e da língua escrita. A escolha dos nomes desses procedimentos por essas crianças pode ser considerada uma atividade linguística denominada de metalinguística,

isto é, uma atividade que usa a língua natural para se referir à própria língua natural. Conhecer o nome das letras do alfabeto é um conhecimento metalinguístico. Entretanto, há uma diferença entre o nome da letra "H" e as demais. A criança que definiu o procedimento **aga** escolheu como nome para o procedimento a escrita do som da letra. As outras crianças, possivelmente, foram influenciadas por uma das regras de escrita dos comandos do sistema linguístico da linguagem de programação. Os comandos formados por duas palavras como: **usenada**, **uselápis**, **desapareçataruga**, são escritos em Logo na forma abreviada utilizando-se a primeira letra de cada uma das palavras-formadoras: **un**, **ul**, **dt**, respectivamente. As crianças escolheram esta mesma regra para nomear seus procedimentos e esta escolha demanda uma reflexão bastante sofisticada sobre as peculiaridades da escrita do sistema linguístico artificial do Logo. Ao que parece, elas compreenderam a pertinência deste tipo de escrita no contexto do computador. Os nomes por elas escolhidos foram:

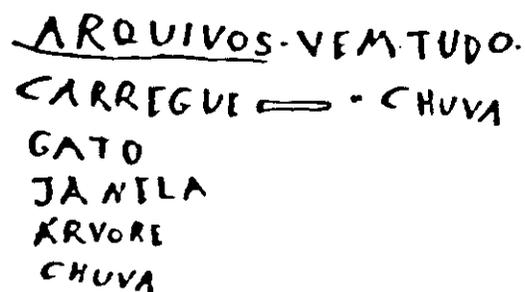
```
letra o = lo
letra jota = lj
letra e = le
```

Este exemplo, bastante simples, mostra as diferentes explorações que as crianças estão realizando ao mesmo tempo: estão interessadas na convenção da língua escrita (**hoje**), na convenção da linguagem Logo (**lo**, **lj**, **le**) e em um certo tipo de conhecimento metalinguístico (nome das letras do alfabeto, escrita do som das letras do alfabeto). Estas explorações levam-nas, necessariamente, a refletirem sobre a língua escrita e sobre a linguagem Logo, a compará-las e diferenciá-las. Nesta atividade, o trabalho linguístico é espontâneo: a professora não precisou organizar os dados que foram observados e manipulados pelas crianças.

## Confecionando um manual Logo

Os próximos exemplos têm a ver com o tipo de atividade que o professor pode desenvolver com as crianças para permitir-lhes uma reflexão ainda mais apurada sobre as diferenças e especificidades da língua escrita e da linguagem Logo. As crianças desenvolveram um "mini-manual" do Logo onde elas especificavam o significado dos comandos mais utilizados. As crianças escreviam o nome dos comandos na forma convencional exigida pela linguagem Logo, analisavam o efeito

que cada comando provocava e tentavam explicar, através da língua escrita, esse efeito. Esta passagem que coloca lado a lado a linguagem Logo e a língua escrita, além de permitir uma análise de ambas e de suas respectivas funções, era um momento bastante importante do trabalho em sala de aula por que exigia que as crianças atribuissem diferentes sentidos e usassem diferentes formas de expressão como: o gesto, a fala, o desenho, na tentativa de chegarem a um resultado compreensível e satisfatório para elas e para o grupo. A manipulação desse mini-manual possibilitava, à cada criança, desenvolver um maior nível de independência em relação ao computador e transformou-se em uma atividade de consulta e leitura.



ARQUIVOS-VEM-TUDO.  
CARREGUE — CHUVA  
GATO  
JANTAL  
ARVORE  
CHUVA

Figura 2. Operações para carregar um arquivo do disquete

Neste episódio (Figura 2), a criança escreve as operações que deve realizar para verificar quais os programas que estão contidos no disquete (**arquivos**) e para acessar um deles (**chuva**).

A criança escreve "vem tudo" para explicar que o comando **arquivos** lista o nome de todos os programas gravados no disquete. O espaço entre o comando **carregue** e o nome do arquivo desejado (**chuva**) é marcado pelo desenho de uma barra, possivelmente, a representação da tecla da barra de espaço do teclado do computador. Esse desenho indica que a manutenção dos espaços no sistema Logo é de extrema importância para que o Interpretador Logo possa compreender o comando desejado pelo usuário. Embora a criança reconheça a importância do espaço neste contexto específico podemos notar, no próprio exemplo, que ela não mantém a segmentação das palavras em língua escrita (*ventudo*). Possivelmente, esta característica do Logo, influenciará a segmentação da escrita utilizando lápis e papel, embora o espaço neste contexto não seja

representado por uma tecla (como no computador) mas sim, pela retirada e recolocação do lápis no papel. O espaço, tanto no sistema alfabético de escrita quanto no Logo, é uma marca importante. Entretanto, no Logo, o caracter branco tem um sentido ainda mais forte por que a sua não utilização acarreta um problema de comunicação com a máquina imediato. No caso do sistema alfabético de escrita este retorno pode demorar algum tempo pois, ele dependerá, necessariamente, de um leitor que nem sempre deixará de compreender a intenção da criança ao escrever sem segmentar.

No segmento abaixo (Figura 3) a criança descreve o conteúdo de outro arquivo usado em sala de aula (comandos) com os significados de cada um dos procedimentos.

CARREGUE = "  
COMANDOS @  
INICIO @  
F. = PARA FRENTE  
T. = PARA TRÁS  
E. = PARA A ESQUERDA  
D. = PARA A DIREITA  
UN = NÃO ESCREVER  
UB = APAGAR  
UL = ESCREVER  
DT = DESAPARECE TARTARUGA  
TAT = NÃO FICA NADA  
AT = APARECE TARTARUGA

Figura 3. Significados dos comandos usados pelo programa

A criança desenha a forma da tecla ENTER para indicar o momento certo de utilizá-la. O mais interessante neste exemplo é a atribuição de sentidos. Como já dissemos anteriormente, os nomes dos comandos do Logo são mneumônicos de palavras do português. Entretanto, a criança só faz uma "leitura" desse mneumônico, isto é, "decodifica" o comando usando como pista as iniciais das palavras que

compõem o comando, quando esta decodificação tem relação com o efeito local do comando, como é o caso dos comandos **dt** (**desaparecetartaruga** = desaparece tartaruga) e **at** (**aparecetartaruga** = aparece tartaruga). Além disso, devemos considerar o fato de essas crianças usarem muito pouco (e algumas nunca terem usado) as palavras "aparece" e "desaparece"; elas estão, praticamente, aprendendo-as neste contexto específico. Os significados dos comandos: **un** (**usenada** = não escrever), **ub** (**useborracha** = apagar), **ul** (**uselápis** = escrever) e **tat** (**tartaruga** = não fica nada) são atribuições de sentidos que se referem à função de cada comando e relacionam-se a ações que são familiares às crianças. Este fato é, mais uma vez, uma evidência de que aprender o sistema Logo Gráfico não é uma codificação e uma decodificação diretas; uma colagem da língua natural do sujeito. Essa criança nos mostra como ela re-significou os comandos neste contexto.

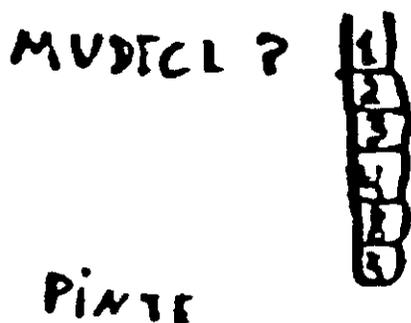


Figura 4. Operações para pintar uma figura

Finalmente, neste último exemplo (Figura 4), a criança escreve as operações necessárias para pintar uma figura. Ela utiliza um sinal gráfico característico da língua escrita (ponto de interrogação) de uma forma bastante sofisticada para atribuir um sentido ao parâmetro do comando **mudecl**.

O uso do comando **mudecl** nº possibilitou a essa criança "aprender" - ainda que de uma forma rudimentar - o que significa um parâmetro na linguagem Logo. Apenas um outro comando com parâmetro era usado por essa criança (**carregue "chuva"**)<sup>3</sup> que, embora pudesse ser variado, era usado sempre no início de um dia de trabalho

<sup>3</sup> A criança deste exemplo usava uma versão simplificada do Logo que "embutia" os números dos comandos **pf**, **pt**, **pd** e **pe**.

com o computador, em um contexto específico. Não podemos, nem ao menos, dizer que a criança relacionou os dois comandos; mesmo assim, é interessante analisar as características de ambos. Os parâmetros desses comandos se diferenciam não somente quanto à natureza (número e palavra) mas também, pelo fato de a criança ter aprendido que, no caso do comando **mudecl** n<sup>o</sup> o parâmetro é sempre um número que varia de 0 a 15. Isto significa que a criança já sabe quais são as possibilidades de funcionamento do comando **mudecl** n<sup>o</sup>, ao contrário do que ocorre com o comando **carregue** nome do arquivo. A criança escolheu uma forma de representar um conceito computacional relativamente sofisticado que revela que ela sabe que cada um dos números usados como parâmetro do comando **mudecl** n<sup>o</sup> possui uma função específica. Este exemplo mostra como o aprendizado do sistema linguístico do Logo guarda relações com o conhecimento computacional viabilizado por ele. Cabe dizer, portanto, que a aquisição do código da linguagem do computador não pode ser vista como um processo descontextualizado da programação em si. É no uso da linguagem do computador para resolver algum problema específico que o sujeito constrói tanto o sistema linguístico artificial quanto os conceitos de programação.

## COMENTÁRIOS FINAIS

Espero ter mostrado com este capítulo que a aquisição do Logo Gráfico, bem como o seu posterior uso, demanda, por parte daquele que a coloca em funcionamento, um trabalho linguístico baseado em um conhecimento linguístico que o sujeito construiu sobre o funcionamento de sua língua natural. Esse conhecimento suporta e possibilita a construção e realização dos "ajustes" necessários para que o sujeito possa usar a linguagem de programação. Durante a aquisição da linguagem de programação o sujeito reflete sobre sua própria língua e, conseqüentemente, sobre o próprio Logo. Esse exercício linguístico é parte da ação de programar e desempenha um papel fundamental na formulação, organização, implementação e depuração de um programa computacional.

Algumas considerações já foram alinhavadas ao longo do capítulo mas, seria interessante salientar dois aspectos:

1) Embora os dados apresentados sejam bastante particulares (crianças surdas em fase de alfabetização) podemos concluir que existe um trabalho linguístico análogo ao das crianças surdas quando outros sujeitos, com outras características, programam o Logo Gráfico. O exemplo retirado de Maraschin (1989) e as observações registradas durante cursos de formação de professores confirmam este fato.

Os dados do segundo exemplo - Confeccionando um manual Logo (Figuras 2, 3, 4) - mostram a reciprocidade entre os processos de construção da língua escrita e da linguagem artificial. Se estas crianças fossem alfabetizadas, provavelmente, outros aspectos linguísticos envolvidos na construção da linguagem artificial seriam salientes. O importante é sabermos que este trabalho linguístico, que pode se manifestar de diversas maneiras, está presente durante a atividade de programação, sendo mais ou menos evidente aos olhos de um observador.

2) O primeiro exemplo - Desenhando letras no computador (Figura 1)- mostrou como as crianças realizaram uma atividade metalinguística (sobre a língua escrita) usando o computador. Mas, ao mesmo tempo, as crianças realizaram uma outra atividade metalinguística sobre a linguagem Logo Gráfico. A observação e análise de certos comandos do Logo possibilitaram a atribuição dos nomes **lo**, **lj**, **le**. Para chegar a este nível de análise metalinguística os sujeitos percorreram um extenso trajeto que envolve explorações, tentativas, ensaios e erros. Esse percurso também caracteriza uma ação do sujeito sobre a linguagem artificial. Embora o exemplo seja simples e relacione-se a um nível inicial de programação, esse tipo de conhecimento metalinguístico sobre o código do Logo Gráfico tem um papel importante na compreensão dos conceitos computacionais propriamente ditos. Ao longo do processo de aprender a programar em Logo, o sujeito vai observando, comparando, analisando as características dos comandos primitivos, tanto em termos de significados quanto em termos de regras de uso. Para desenvolver, por exemplo, a noção de parâmetro (= variável local) é necessário que o sujeito tenha compreendido o que é o parâmetro de um comando primitivo, qual a sua função, qual a natureza do comando que o exige e qual a natureza do próprio parâmetro. Um dos aspectos envolvidos na construção dessa noção computacional é esse tipo de ação que o sujeito faz com e sobre a linguagem artificial. Em outras

palavras, não se pode dissociar a aquisição do código da linguagem Logo Gráfico do sistema nocional a que ela se refere.

Finalmente, creio que os dados deste capítulo podem contribuir com aqueles que utilizam o Logo como ferramenta pedagógica durante o processo de alfabetização. Eles mostraram que a atividade de programação possui uma dimensão linguística que oferece um contexto propício para a criança refletir sobre a língua escrita e sobre o código do Logo e que essas aquisições não ocorrem de forma isolada. Este fato já foi apontado por outros autores (Fagundes e Maraschin, 1992). É preciso, no entanto, atentarmos não somente para as produções de língua escrita das crianças mas, também, para a maneira como elas constroem o código do Logo. Este fato é de extrema importância para o professor. A observação das explorações das crianças neste contexto lhe possibilitarão saber a melhor maneira de introduzir os comandos, compreender as ações das crianças com e sobre essa linguagem artificial, saber interpretar as marcas desse código que poderão surgir na produção de um texto escrito com lápis e papel e vice-versa. Mais do que isso, lhe oferecerão subsídios importantes para desenvolver atividades que sejam significativas para as crianças construírem a língua escrita, o código do Logo, suas semelhanças e diferenças.

O fato de a criança estar escrevendo corretamente os comandos do Logo ou mesmo estar usando o comando `esc` para produzir textos, não quer dizer, necessariamente, que a criança está alfabetizada e, com o passar do tempo, poder ser considerada um sujeito letrado. A língua escrita é histórica, muito mais ampla e sujeita a transformações. As funções dessas linguagens e a natureza das mesmas não podem ser confundidas e, portanto, só escrever no computador não é suficiente para que a criança alcance o domínio de sua língua escrita. Outras oportunidades para que as crianças produzam diferentes tipos de textos precisam ser oferecidas pelo professor. A língua escrita não deve ser simplificada. Todos nós sabemos que o nível de leitura e escrita de nossas crianças é precário e o computador não deve ser visto como uma ferramenta que contribui com este estado de coisas, ao contrário, o computador pode e deve ser usado como uma ferramenta que possibilita uma reflexão profunda sobre a escrita. Mas isso só vai ser conseguido se o professor compreender quais são as peculiaridades da língua escrita e do código da linguagem artificial e souber lidar com as situações-problemas que seus alunos enfrentarão. O papel do professor é modificado em

função do aprofundamento do seu conhecimento não somente sobre a linguagem de programação mas, principalmente, sobre o que ela exige por parte dos alunos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barrella, F.M.F. (1991). 1um, 2dois, 3tres: Buscando Significados Através do Logo. In J. A. Valente (Org.), *Liberando a Mente - Computadores e Educação Especial*. Campinas: Gráfica Central da Unicamp.
- Coudry, M.I.H. (1990). Para Bom Entendedor Meia Palavra Basta. Anais da ALFAL.
- Dasgal, M. (1983). Pragmatics and the Philosophy of Mind. I. In *Thought in Language*. Amsterdam, Philadelphia: John Benjamins.
- Fagundes, L. e Maraschin, C. (1992). Em Busca de Novos Recursos para a Alfabetização. *Psicologia: Reflexão e Crítica*. Porto Alegre. V. 5, nº 1, pg 29-42.
- Ferreira Brito, L. (1981). Desenvolvimento Linguístico e Deficiência Auditiva. Anais da 33ª Reunião da SBPC. Salvador.
- Ferreiro, E. e Teberosky, A. (1986). *Psicogênese da Língua Escrita*. Porto Alegre: Artes Médicas.
- Maraschin, C. (1989). Os Processos de Leitura e Escrita de Crianças em Interação com o Computador. *Arquivos Brasileiros de Psicologia*. FGV, 41(1)3-11.
- Papert, S. (1985). *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Editora Brasiliense S.A..
- Rocha, H.V.da (1991). Representações Computacionais Auxiliares ao Entendimento de Conceitos de Programação. Tese de Doutorado Unicamp. Campinas.

## CAPÍTULO 14

### O SISTEMA "ENXUTO" E A EDUCAÇÃO NO BRASIL

Jaures Mazzone\*

#### INTRODUÇÃO

O Brasil, como a maioria dos países em desenvolvimento, está numa encruzilhada. Quer se inserir no Primeiro Mundo dos países industrializados mas, para fazer isso, tem que se equipar tecnologicamente em uma época em que os saltos tecnológicos são, às vezes, gigantescos. Mas, se o problema da evolução tecnológica do Brasil é difícil, a adequação de sua população e, especialmente, daqueles que estão entrando no mercado de trabalho, é um desafio ainda mais árduo e sério. Não adianta introduzir novos equipamentos e sistemas se não existem pessoas treinadas para usá-los. A questão não é treinar um número restrito de técnicos para operar um certo número de máquinas seguindo as instruções dos manuais. Os novos sistemas de produção requerem operários mais responsáveis e preparados para tomar decisões que antes cabiam à alta gerência. Na sociedade industrial moderna o poder de decisão rapidamente se descentraliza e a organização se horizontaliza. Todo operário é um gerente e todo gerente é um operário. A firma bem sucedida hoje não se interessa mais em ter empregados submissos; quer pessoas nas suas linhas de produção com visão, liderança e competência e, acima de tudo, possuidoras de vontade de aprender e melhorar continuamente. E isto é verdade não somente na fábrica, mas também na loja, no escritório, na escola, e até mesmo na própria casa.

Estas observações nos levam a perguntar: e no Brasil, as escolas podem ou, vão poder em um futuro próximo, preparar a sua população

---

\*Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

para enfrentar os desafios do novo mundo tecnológico? Poucos brasileiros ousariam uma resposta afirmativa. Mas, ao menos podemos, com um grande esforço, modernizar e adequar nosso sistema de ensino público? Muitos acreditam que isso é simplesmente uma questão de dinheiro. Dizem que nossas escolas precisam de investimentos maciços para construir mais e melhores prédios e contratar mais professores com bons salários. Em outras palavras, é uma questão de quantidade.

Não estamos de acordo com este raciocínio que hoje domina o pensamento dos políticos e da elite educacional do país que têm o poder de decisão nas suas mãos. O problema não é quantidade, nem simplesmente dinheiro. É qualidade concomitantemente com produtividade, e não se consegue qualidade e produtividade só com dinheiro. Temos um exemplo bem prático e atual para ilustrar esta constatação. A indústria automobilística americana, a maior e mais rica do mundo, não conseguiu se adequar para competir com a indústria japonesa mesmo com maciços investimentos durante duas décadas. Só começou a entender o problema e o caminho a seguir quando houve uma mudança de pensamento em Detroit. Ao mesmo tempo, está havendo uma nova consciência não somente nos EUA, mas também na Europa e no Japão de que a busca da qualidade com produtividade não começa e termina nas linhas de produção das fábricas. A sociedade inteira tem que ser acordada para esta necessidade e, por isso, o sistema educacional tem um papel chave na solução do problema.

Qual é o caminho a seguir, então? Como conseguir qualidade e produtividade numa sociedade inteira? As respostas não são fáceis, e não é só nos países do Terceiro Mundo, como o Brasil, que se procuram soluções. Especialistas acreditam que esse problema necessita de uma ação urgente para evitar sérios problemas sociais. Alvin Toffler, autor de *Choque do Futuro* (Toffler, 1971), *A Terceira Onda* (Toffler, 1981) e *Mudança de Poder* (Toffler, 1990) disse depois da convulsão nos guetos de Los Angeles nos EUA em Maio de 1992:

*"... não poderá haver nenhuma solução até que a revolução da Terceira Onda acabe com as atuais escolas de Segunda Onda e as substitua por instituições de aprendizado que já não se assemelhem às fábricas enferrujadas de ontem"* (Toffler e Toffler, 1992).

Toffler oferece aqui uma pista importante. Ele está dizendo que as escolas ineficazes e atrasadas se assemelham às fábricas ultrapassadas e nem uma e nem outra servem mais.

Sob estas pressões sociais, nos países industrializados do Hemisfério Norte, os primeiros passos estão sendo dados para reformular a escola pública para acompanhar a revolução tecnológica que toma conta da indústria, comércio e outras atividades. No ensino superior as adaptações estão acontecendo há algum tempo.

De uma certa maneira, a sociedade brasileira enfrenta a mesma situação paradoxal que os guetos das cidades americanas, só que numa escala muito maior. Suas populações pobres estão gradativamente sendo colocadas de lado no mercado de trabalho por causa das exigências dos novos sistemas altamente tecnológicos que requerem mão de obra não somente mais bem treinada, mas também, preparada para assumir mais responsabilidades nas linhas de produção. Ao mesmo tempo, a rede de ensino público no Brasil se deteriora rapidamente. Seu controle fica nas mãos de uma elite política e acadêmica que ainda procura soluções dentro de um formato de centralização e estatização ultrapassado na indústria e no ensino dos países industrializados.

Como sair deste marasmo? Neste trabalho, sugerimos que os novos sistemas que estão sendo aplicados com tanto sucesso na indústria e no comércio talvez possam oferecer contribuições para as soluções da educação. O primeiro passo, então, seria entender o que está acontecendo na indústria e por quê os novos sistemas estão conseguindo alcançar qualidade e produtividade.

Há muito interesse hoje, não somente por parte da indústria, mas em todas as atividades, em desvendar os segredos dos novos métodos e sistemas para melhorar qualidade e produtividade e aumentar competitividade. As atenções estão voltadas, principalmente, no que está sendo feito no Japão por causa da aparente superioridade das técnicas industriais japonesas. Um dos fatores chaves desta superioridade é o que está sendo chamado de produção "enxuta" <sup>1</sup>.

---

<sup>1</sup>"Enxuto" é a tradução da palavra inglesa "lean" que significa magra, sem gorduras, e que foi usada pela primeira vez para descrever o sistema de produção da Toyota na sua fábrica em Nagoya pelos autores do livro, *The Machine That Changed the World* (Womack, Jones e Roos, 1990)

Já existem muitos trabalhos sobre a produção "enxuta." A maior parte tenta descobrir como funciona o sistema e como surgiu. Entretanto, houve pouco esforço para entender as raízes culturais deste movimento. A nossa opinião é a de que o suporte cultural do sistema "enxuto" no Japão oferece importantes subsídios para que o sistema possa ser aplicado. Quando examinamos as raízes culturais, fica claro que elas dão indícios importantes sobre as razões pelas quais a produção "enxuta" e o pensamento "enxuto" prosperaram no Japão e depois em alguns outros países da Ásia, e mais timidamente, em outras partes do mundo, pelo menos até agora. Somente entendendo este suporte cultural é que se pode ter a possibilidade de fazer o sistema "enxuto" funcionar em outras sociedades como a brasileira, por exemplo.

## COMO FUNCIONA A PRODUÇÃO "ENXUTA"

A idéia principal da produção "enxuta" é acabar com o desperdício de trabalho, energia, tempo, dinheiro e materiais. Envolve, a cada momento, a preocupação de reduzir o custo de produção ao mínimo absolutamente necessário.

A filosofia da produção "enxuta" em boa parte nasceu do trabalho em métodos do controle de qualidade do engenheiro americano W. Edwards Deming que foi consultor das forças de ocupação dos Estados Unidos no Japão logo após a Segunda Guerra. O argumento de Deming era que a produtividade não era necessariamente diminuída pela ênfase na qualidade. Ao contrário, Deming discutia com os industriais do derrotado e semi-destruído Japão, que um sistema industrial organizado para produzir qualidade poderia apoiar e aumentar a produtividade (Deming, 1982). Este ponto de vista era contrário à filosofia de produção "em massa" que predominava nos Estados Unidos, especialmente na indústria automobilística, desde os anos 20 e que havia sido originalmente formulada por Henry Ford e, depois, desenvolvida por Alfred Sloan da General Motors. Embora o sistema de produção "em massa" não fosse contra a qualidade, a sua ênfase recaía sobre a quantidade, a economia de escala e as vendas. A qualidade era vista como algo possível somente até um certo ponto. Os defeitos de produção eram identificados e corrigidos no fim da linha de produção por uma operação especial de controle de qualidade. O poder de decisão estava

centrado no topo da pirâmide hierárquica, enquanto se esperava que os operários da linha seguissem as rotinas de trabalho como ditadas pelo expert de eficiência, Frederick Taylor <sup>2</sup>.

As idéias de Deming sobre qualidade e produtividade foram adotadas com mais sucesso no Japão pela montadora Toyota nos anos '50. Mas, desde esse período inicial, o Engenheiro Chefe e Vice-Presidente da Toyota, Taiichi Ohno e sua equipe de engenheiros desenvolveram a sua própria versão das estratégias de controle de qualidade de Deming, superando com muita criatividade vários tabus do sistema de produção "em massa" que haviam predominado em Detroit durante quase meio século e introduziram outras estratégias particularmente japonesas (Moura, 1989). Na mesma época, outro jovem engenheiro, Masaaki Imai, juntou as novas estratégias desenvolvidas na Toyota e em outras indústrias que procuravam incrementar qualidade e produtividade, sob o conceito guarda-chuva que ele denominou de "kaizen" que significa "melhoramento" em japonês. Imai pondera que uma das diferenças fundamentais entre o pensamento ocidental e o japonês é a ênfase do segundo na maneira como as coisas são feitas, isto é, o sistema ou processo, enquanto que no Ocidente o resultado é considerado mais importante (Imai, 1990). Esta diferença seminal de ponto de vista sobre a vida é voltada aos negócios e constitui uma parte importante do novo sistema de produção da indústria japonesa. Aplicado na produção "enxuta" o "kaizen" incorpora este conceito de ênfase no processo e não no resultado. Isto estimula todos os funcionários de uma companhia, desde o presidente até os operários de linha, a procurarem, constantemente, melhorar o que eles fazem e o que está ao redor deles, não somente no trabalho mas também em casa.

Há dez características fundamentais do sistema "enxuto" tal como foi desenvolvido nas linhas de montagem da Toyota, em outras fábricas no Japão e em alguns países asiáticos:

---

<sup>2</sup>Frederick Taylor (1856-1915). Engenheiro americano que introduziu estudos de movimento e tempo nas fábricas que se tornaram as regras básicas para o emprego e controle do trabalho de operários não habilitados nas linhas de produção "em massa".

## **Estabilidade e comprometimento com a firma**

O primeiro e mais importante fator que viabiliza a produção "enxuta" é a estabilidade no emprego dos funcionários. Esta estabilidade, que de fato é a promessa de um emprego vitalício, é dada pela companhia com base em um acordo não escrito de obrigações recíprocas. Em troca da estabilidade de emprego os funcionários se comprometem totalmente com a firma e se dedicam às suas tarefas com mais energia e responsabilidade, inclusive aceitando encargos com poder de decisão que, normalmente, seriam exclusivos da gerência. Assim, há o reconhecimento de uma interdependência entre gerência e trabalhadores. Esta reciprocidade é necessária para apoiar o segundo conceito básico em uma fábrica de produção "enxuta" a ser estabelecido no sistema geral.

## **Poder de decisão distribuído**

Numa linha de montagem "enxuta" o poder de decisão é dado àqueles que estão mais próximos dos problemas. Na fábrica Toyota de carros de passageiros há uma corda ao alcance de cada operário da linha que, se puxada, pára a linha toda de produção. Os operários têm a responsabilidade de apontar todo e qualquer defeito na hora em que o identifiquem ou, mesmo antes, quando há suspeita de um problema. Esta é uma das regras básicas do sistema "enxuto" que o diferencia da linha de produção "em massa" usada em Detroit: na Toyota, as peças ou montagens com defeitos não são colocadas de lado para posterior conserto ou mandadas para frente para correção pelo controle de qualidade. A correção é feita na hora. Nada pode escapar deste constante e total crivo. A idéia é a de que somente montagens livres de defeitos podem seguir para frente. Busca-se e exige-se perfeição a todo momento.

Esta busca constante da perfeição na linha de produção tem uma influência importante na política do poder de decisão. Desde que os operários da linha são os que estão mais próximos do produto que está sendo montado, eles têm, de fato, mais possibilidades imediatas do que os chefes de seção, os gerentes e diretores de detectar imperfeições e assegurar o nível de qualidade, isso é, de acrescentar valor ao produto. Desta maneira, há uma mudança fundamental no relacionamento entre os operários da linha e os chefes, gerentes e diretores. Os chefes e gerentes não têm o papel habitual de vigilância sobre as atividades dos

operários, como no sistema de produção em "massa", mas são "facilitadores" para os operários, ajudando-os a melhor atacar os problemas que possam surgir na linha. Também, em uma fábrica "enxuta", os chefes e gerentes têm mais poder de decisão que em um sistema de produção "em massa" porque quando um operário da linha descobre um defeito ou outro problema, os chefes são obrigados a tomar uma decisão imediata para encontrar uma solução. Desta maneira, um forte relacionamento calcado em confiança mútua tem que crescer entre chefes, gerentes e operários. Surge um espírito de equipe e todos têm uma única preocupação: a perfeição do produto e a necessidade de evitar defeitos e custosas interrupções no andamento da linha.

Os problemas devem ser antecipados e os diretores encorajam a equipe a tomar a iniciativa em resolver problemas e "debugging", esforçando-se a introduzir no sistema de produção ciclos mais rápidos de feedback. O sistema, assim, se torna mais flexível que nas fábricas de produção "em massa".

## O achatamento da hierarquia

Para viabilizar as primeiras duas regras básicas do sistema "enxuto" e, de uma certa maneira, como resultado destas regras, há um achatamento da pirâmide hierárquica da empresa em termos de responsabilidade, prestígio, poder e salário. Na fábrica "enxuta" a relação entre o salário mais alto e a média de salários é de sete para um, enquanto que na fábrica tradicional de produção "em massa" nos Estados Unidos e na Europa, esta relação é de 24 para um. A tendência é a de que as empresas "enxutas" do Japão reduzam ainda mais esta diferença. A Universidade de Hitotsubashi em 1992 reportou que, em média, o operário japonês ganha US\$3,000 por mês, enquanto que os altos executivos ganham em média, US\$9,000 por mês, ou três vezes mais. De acordo com o jornal "O Estado de São Paulo" no Brasil os altos executivos ganham 120 vezes mais que o salário médio dos operários<sup>3</sup>.

Na fábrica "enxuta" não é somente a diferença salarial que é achatada; os privilégios de executivos são reduzidos a um mínimo. Não

---

<sup>3</sup>"O Estado de São Paulo", 18.4.92, Economia, p. 2.

há refeitórios executivos, abonos gordos ou outras vantagens que diferenciam os executivos dos operários da linha.

### **Ação cooperativa; trabalho em equipe**

Todo o trabalho em uma fábrica "enxuta" é feito por equipes. Há uma equipe de usinagem, outra de montagem de uma parte do produto, e assim por diante. Quando um defeito aparece, o responsável é toda a equipe. Se um membro da equipe atrasa, falta muito ou simplesmente trabalha mal, toda a equipe sofre. Assim, há uma pressão entre os pares para que cada membro da equipe faça um esforço máximo para não prejudicar os companheiros. Em algumas fábricas a equipe tem a palavra final na aceitação de novos membros ou nas demissões.

O sistema "enxuto" destaca a ação cooperativa. "Círculos de Qualidade" são formados dentro da fábrica para atacar problemas, fazer "debugging" e melhorar os métodos de produção em todos os níveis. É feito um esforço para manter estes "Círculos" durante muito tempo com o objetivo de conservar os conhecimentos desenvolvidos. Os "Círculos de Qualidade," que têm representantes de várias equipes, trabalham com problemas específicos em um empenho contínuo para encontrar meios de melhorar a qualidade, reduzir defeitos, acelerar a produção e diminuir custos (Womack, Jones e Ross, 1990; p. 98-100).

### **Ferramentas flexíveis**

Uma das características mais marcantes do sistema de produção "enxuta" é o desenvolvimento de ferramentas flexíveis. Quando o Engenheiro Chefe Taiichi Ohno começou a reformulação da linha de montagem da Toyota, um dos maiores obstáculos aos seus planos para conseguir maior flexibilidade e rapidez eram as grandes prensas e outras máquinas que não poderiam ter seus padrões modificados sem reajustes que, às vezes, demoravam vários dias nas principais montadoras de Detroit. Ohno, depois de persistente experimentação, conseguiu reduzir para minutos o tempo necessário para modificar estas ferramentas. Com esta nova flexibilidade, a Toyota podia produzir pequenos lotes de peças para determinados modelos. A tática de Ohno era contrária a uma das leis mais sagradas da produção "em massa": a economia de escala, que

diz que quanto maior é a produção, menor é o custo de cada unidade. Ohno descobriu que utilizando pequenos lotes de peças, há menor número de defeitos e as máquinas podem ser reajustadas imediatamente quando surge algum defeito. Também, com o aumento da flexibilidade das ferramentas, a Toyota adquiriu uma maior capacidade de atender a pedidos menores e específicos (Womack, Jones e Ross, 1990; p. 52-53).

### Um sistema orientado para o cliente: "puxar" vs "empurrar"

A indústria "enxuta" vê o cliente como parte da sua equipe e o coloca no começo do ciclo de produção e não no fim deste ciclo, como nos modelos tradicionais de produção "em massa". Os desejos do cliente, suas sugestões, queixas, problemas, são considerados com seriedade por todos em toda a linha de produção. Este ponto de vista é uma parte fundamental do sistema chamado de "kanban" e tem uma influência decisiva no fluxo de produção. "Kanban" em japonês significa "sinal" e na fábrica se refere a um cartão que identifica cada lote de peças ou montagens e o setor ou operário que os produziu. No sistema "kanban" cada empregado apanha as peças que precisa em pontos de fornecimento chamados de "supermercado" e deixa um cartão ou "kanban" num quadro (Moura, 1989; p. 1-9). Cada setor de produção, por sua vez, somente produz e coloca novas peças ou montagens no "supermercado" quando há um cartão no quadro assinalando que as peças já produzidas foram usadas. Este sistema evita super-produção e simplesmente atende à demanda dos clientes no começo do processo na concessionária ou loja. Assim, é o cliente que "puxa" a produção. No sistema de produção "em massa", exemplificado pela indústria automobilística americana, as metas de produção são calculadas e anunciadas pela direção e "empurradas" para o cliente. A mesma filosofia é usada para determinar o tipo ou estilo do produto a ser fabricado. Em Detroit, a direção pondera o que o cliente deve desejar e então organiza uma campanha de publicidade para convencer os compradores em potencial de que o que será produzido é o que eles devem querer. No sistema "enxuto" custo e estilo são determinados nos pontos de vendas do sistema depois de amplas consultas com os clientes. De acordo com Womack, et al:

*"O revendedor ficou como parte do sistema de produção e a Toyota, pouco a pouco, parou de produzir automóveis para compradores desconhecidos. Ao contrário, se converteu ao sistema de produção a encomenda, sendo que o*

*revendedor ficou sendo o primeiro do sistema kaiban: enviando pedidos para carros já vendidos à fábrica para entrega a clientes específicos em duas ou três semanas" (Moura, 1989; p. 66)*

Temos nestes dois sistemas de produção totalmente opostos de "puxar" e "empurrar" uma das diferenças fundamentais entre as filosofias da produção "enxuta" e da produção "em massa" (Moura, 1989; p. 138-168).

## **Garantias para o fornecedor**

Uma das chaves do sucesso do sistema de produção "enxuta", como é usado pela indústria automobilística japonesa, é o suporte dado à montadora, por um grande número de fornecedores confiáveis, eficientes e flexíveis sendo, a maioria deles, micro-empresas. O segredo do bom funcionamento desta rede, que possibilita por sua vez o sucesso do sistema "enxuto" da montadora, é o bom relacionamento da fábrica montadora com estes fornecedores.

Os fornecedores e a fábrica terminal no sistema "enxuto" têm um relacionamento de total confiança mútua. Não há segredos de um lado ou de outro. É um relacionamento entre colaboradores e não entre adversários. O fabricante terminal tenta sempre garantir um nível relativamente constante de pedidos, mesmo nas épocas de recessão quando as vendas diminuem. De sua parte, o fornecedor garante para o fabricante terminal preços estáveis mesmo nas épocas de muitas vendas. Este relacionamento estreito e de confiança com os fornecedores possibilita a implantação de sistemas JIT (Just-in-Time) de entregas de peças e componentes, o que descarta a necessidade de manter grandes estoques que, por sua vez, ajuda a baixar os custos de produção e o preço final do produto. O número exato de peças ou componentes é entregue pelo fornecedor na fábrica terminal poucas horas antes de seu uso na linha de montagem. Por esta razão, para que o JIT funcione adequadamente, é necessário que não haja peças com defeitos, ou que estas sejam reduzidas a um mínimo, porque a fábrica terminal não mantém estoques. A fábrica tem que ter muita confiança nos seus fornecedores para usar este sistema, que a torna extremamente vulnerável a paradas nas suas linhas por falta de peças. De fato, esta confiança é total e a fábrica de montagem nem se preocupa em checar se

as peças têm defeitos. A chave aqui é o bom relacionamento entre o montador e os seus fornecedores. No estudo do sistema "enxuto", Womack, Jones e Roos fazem uma análise profunda deste relacionamento, contrastando-o com o relacionamento entre montadores e fornecedores no sistema de produção "em massa" em Detroit que é um relacionamento adversarial mesmo quando o fornecedor e o montador façam parte da mesma organização. Em Detroit, o montador esconde informações sobre novos modelos e métodos de produção, e o fornecedor faz a mesma coisa. Quando há uma queda de vendas o montador imediatamente reduz os seus pedidos aos fornecedores. Ao mesmo tempo, para se protegerem e se prepararem para tempos de "vacas magras", os fornecedores aumentam os seus preços ao máximo possível quando a demanda é grande (Moura, 1989; p. 138-167).

### **As vantagens da fragilidade**

O sistema de "produção enxuta" é extremamente frágil. Para começar, as metas exigidas estão além do que pode ser realmente atingido: qualidade total, entrega "just-in-time", nível zero de defeitos, etc.. Também, pelo fato da correção de defeitos e de reajustes ser feita na hora, a linha de produção pode ser parada a qualquer momento a grande custo de tempo e dinheiro. Tudo depende da eficiência das equipes e dos operários da linha. Não existem sistemas de reserva; não há estoques de peças. Esta situação de estar sempre na beira do abismo força a todos da linha de produção a fazerem o máximo para evitar as paradas que anulariam as vantagens do sistema. A cooperação não é meramente uma conveniência; é uma necessidade para a sobrevivência.

### **O operário dinâmico**

Do operário do sistema "enxuto" espera-se uma contribuição maior do que do operário "Taylor" que funciona como uma mera peça na máquina de produção "em massa". A criatividade e inteligência são incentivadas no operário "enxuto" e, com este objetivo em mente, lhes é oferecido um grande número de oportunidades de treinamento, aperfeiçoamento e desenvolvimento pessoal. Do operário "Taylor" espera-se somente disciplina e que fique dentro dos limites do seu próprio trabalho. Isto se aplica em todos os níveis da companhia. Em resumo, o

sistema de produção "em massa" requer funcionários submissos em todos os níveis, enquanto o sistema "enxuto" quer funcionários dinâmicos.

### **O fim da economia de escala**

O sistema de produção "em massa" estabelece a "economia de escala" como uma condição para alcançar custos e preços competitivos. Pelos padrões de Detroit, um montador de carros tem que produzir ao menos 200.000 unidades por ano de qualquer modelo antes de chegar a um preço competitivo. Como temos visto, com ferramentas mais flexíveis, o sistema "enxuto" pode descartar a necessidade de economia de escala para alcançar competitividade. No sistema "enxuto", desde que a necessidade de satisfazer os desejos do cliente individual é fundamental, na linha de produção tem que ser feito um esforço extraordinário para fazer modificações em qualquer modelo muito rapidamente para evitar um aumento de custos. A meta teórica do sistema "enxuto" é poder, eventualmente, produzir um carro diferente para cada cliente a um preço competitivo e com defeitos zero. Uma vez que o sistema é direcionado neste sentido, depois de algum tempo, uma fábrica "enxuta" não considera mais a economia de escala um requisito válido quando calcula seus custos de produção (Moura, 1989; p. 66-67). Parece que com esta tendência de produção por encomenda, o sistema de produção "enxuto" está voltando à época anterior, a de produção "em massa", quando os carros eram fabricados artesanalmente. Mas não é bem assim. O sistema "enxuto" consegue manter os melhores aspectos da produção artesanal mas, ao mesmo tempo, alcança níveis de custo da produção "em massa" ou até melhores. Gregory Gargarian, em seu trabalho "Industrialized Education and Lean Thinking" faz uma comparação interessante entre os três sistemas de produção:

Produção Artesanal	Produção "em Massa"	Produção "Enxuta"
Operário Habilitado Ferramentas Flexíveis	Operário Não-Habilitado Ferramentas Não-Flexíveis	Operário Habilitado Ferramentas Flexíveis
Produtos por encomenda	Produtos adronizados	Visando Produtos por encomenda
Alta Qualidade Alto Custo	Qualidade "Accitável" Baixo Custo	Alta Qualidade Baixo Custo <sup>4</sup>

## OS PILARES CULTURAIS QUE SUSTENTAM O SISTEMA "ENXUTO" JAPONÊS

Apareceram muitos mitos sobre o sucesso dos japoneses na produção de carros e equipamento eletrônico. Gregory Gargarian, em seu trabalho, cita alguns destes mitos: i) A produção japonesa é meramente gerenciada por "stress". ii) Os carros japoneses são mais baratos porque os operários japoneses recebem salários mais baixos. iii) Os carros japoneses são mais competitivos porque são subsidiados pelo governo japonês. iv) Os japoneses cortam seus custos de mão de obra usando robôs. v) Os métodos de produção dos japoneses refletem a cultura japonesa e não são transferíveis à cultura americana. Gargarian afirma que todos estes mitos são claramente destruídos no *The Machine that Changed the World* (Gargarian, 1992).

Até um certo ponto, estamos de acordo com Gargarian e com Womack, Jones e Roos. Mas no caso da influência da cultura japonesa no sucesso do sistema de produção "enxuta" nem Womack et al, nem Gargarian são muito convincentes. É nossa opinião, e o demonstraremos neste trabalho, que os conceitos do sistema "enxuto" e as idéias de controle de qualidade de W. Edwards Deming se combinam com a cultura japonesa extraordinariamente bem. Por esta razão, é questionável que os sistemas "enxutos" possam ser transferidos para outras culturas, com o mesmo grau de sucesso como no Japão, sem adaptações importantes.

---

<sup>4</sup>Gargarian, Gregory; *Industrialized Education and Lean Thinking: A Gedanken Experiment*, 1992, Draft, p. 2.

Da mesma maneira que há conceitos chaves na fábrica "enxuta" que apóiam o sistema, sem os quais, este sistema não teria sucesso, existem tradições seculares da cultura japonesa e, em algumas outras sociedades asiáticas, que apóiam os conceitos do sistema "enxuto" e os fazem mais facilmente aceitáveis e assimiláveis pelos operários e gerentes japoneses ou asiáticos. Por não sermos autoridades no assunto da cultura japonesa, procuramos ver o que os próprios japoneses dizem sobre eles mesmos e com esta informação avaliar a importância da cultura no processo "enxuto".

### **A tradição de dedicação ao detalhe e o ideal da perfeição**

Shintaro Ishihara, político nacionalista de grande prestígio entre a elite japonesa, no seu livro, *The Japan that Can Say No*, orgulhosamente constata que no Japão, durante séculos, cultivava-se a paixão pelo detalhe e a qualidade. Nos séculos XVI e XVII a grande capacidade japonesa na tecnologia de aço de qualidade produziu as mais perfeitas espadas conhecidas. Os japoneses têm tradições seculares como por exemplo, o ritual de servir o chá diariamente onde se vê o amor pelo detalhe e a perfeição, por si só. São ritos seguidos por todos desde o Imperador até o mais humilde obreiro. Esta dedicação ao detalhe e à perfeição hoje entra em jogo nas linhas de produção de automóveis e equipamentos eletrônicos. O operário japonês vê com naturalidade a busca da perfeição na linha de montagem (Ishihara, 1989).

### **Homogeneidade cultural**

A homogeneidade cultural japonesa tem um papel importante no sucesso do conceito de produção "enxuta" nas indústrias de carros e de produtos eletrônicos. De acordo com a sra. Mitsuko Shimomura, jornalista respeitada, o Japão tem uma das sociedades mais homogêneas entre as nações industrializadas<sup>5</sup>. Ademais, o Japão tem feito um esforço para manter esta uniformidade cultural muito mais do que os europeus por exemplo, que também têm um certo grau de homogeneidade cultural mas que têm permitido a entrada de operários de outros continentes em grande escala.

---

<sup>5</sup>Simomura, Mitsuko; *World Press Review*, December, 1990, p. 30-32. Entrevista com a Sra. Simomura, Redator-Chefe do semanário Asahi Journal of Tokyo.

Os gerentes de indústrias no Japão, por causa desta homogeneidade cultural, têm uma grande vantagem sobre os países ocidentais em suas relações com os empregados. Ultimamente, houve um maior afluxo de imigrantes no Japão. Há agora aproximadamente três milhões de imigrantes, a maioria dos quais trabalhando em indústrias. Mas, existem aspectos desta imigração que suavizam os possíveis problemas sociais e industriais. A maioria dos imigrantes vem de outros países asiáticos onde atitudes sobre o trabalho são semelhantes às dos japoneses. Mesmo os imigrantes que vêm de outros continentes são, na sua maioria, descendentes de japoneses.

### **A falta de mobilidade**

Também de acordo com a sra. Shimomura, a sociedade japonesa permite pouca mobilidade e isto é outro suporte do conceito de produção "enxuta." Empregados, desde executivos a operários da linha, têm pouca dificuldade em aceitar se tornarem vitalícios em uma firma, mesmo sabendo que depois de alguns anos, será muito difícil mudar para outra companhia. Isto é mais difícil nos EUA, na Europa e mesmo no Brasil, onde a liberdade de mudança de emprego e de residência é desejável <sup>6</sup>.

### **O aspecto militar da vida japonesa**

A vida japonesa tem aspectos claramente militaristas. É uma vida espartana, ordeira e muito disciplinada, na qual é enfatizado o respeito aos pais, aos idosos, às autoridades e à hierarquia. Dentro deste paradigma, os japoneses têm cultivado a submissão como em poucas sociedades industrializadas. O escritor Kenji Nakagami vai mais longe e disse, "*O fascismo imperial domina sempre o Japão*" (Sorman, 1989). Esta situação tem facilitado o trabalho da gerência nas fábricas de produção "enxuta" porque pode abandonar a organização rigidamente hierarquizada e altamente disciplinada sem maiores problemas. A gerência confia que os operários usarão sua liberdade de ação e maior responsabilidade com moderação. Também, a gerência em uma fábrica "enxuta" aproveita a tradição de disciplina quase-militar dos seus funcionários para transformá-la em dedicação à produção sem defeitos,

---

<sup>6</sup>Simomura, Mitsuko; *World Press Review*, December, 1990, p. 30-32. Entrevista com a Sra. Simomura, Redator-Chefe do semanário *Asahi Journal* of Tokyo.

em controle total de qualidade e em outros sistemas que exigem muita disciplina e responsabilidade. De fato, estas metas se tornam praticamente gritos de guerra. A fábrica "enxuta" tem, em todo lugar, faixas que incentivam os operários a esforçarem-se para atingir metas ou que anunciam resultados heróicos de equipes ou indivíduos.

### **O respeito pelo tempo, espaço, energia e riquezas naturais**

O Japão é um país que tem uma população de 125 milhões de habitantes - não muito menos que o Brasil - mas que tem uma área territorial de somente 369.915 km. - um pouco mais do que o Estado do Maranhão. Ademais, 4/5 desta área é coberta de colinas e montanhas, muitas delas, vulcões ativos ou adormecidos. Terremotos e maremotos são frequentes. O Japão precisa importar a maior parte das matérias-primas que usa, incluindo os alimentos. Importa 99% do petróleo que necessita. Para pagar estas importações tem que exportar, competir no mercado internacional. Assim, não nos surpreende que o povo japonês dê muita importância ao tempo, ao espaço, à energia e às riquezas naturais. Há um esforço quase automático de conservar todos estes elementos. Há referências constantes na imprensa escrita e eletrônica sobre o fato de o Japão ser uma nação ilhada, com poucos recursos naturais além do seu povo e de sua capacidade. A sociedade japonesa, de fato, vive sem redes de segurança e dentro de um formato de Just-in-Time. Assim sendo, não é difícil convencer os funcionários de uma fábrica "enxuta" de que devem aceitar estes mesmos conceitos na linha de produção (Ishihara, 1989; p. 36).

### **Uma elite administrativa governamental competente e sensível**

Não foi só pela genialidade e criatividade de alguns industriais e engenheiros que os japoneses, com suas linhas de produção "enxutas", conseguiram superioridade no mercado internacional em certos setores. A elite administrativa do governo, desde o início, apoiou os novos métodos de produção. Esta elite burocrática, que vem em grande parte de famílias ricas e nobres, é arrogante e, às vezes, corrupta mas funciona com eficácia e para o bem do país. Por exemplo, com o primeiro choque do petróleo em 1974, estes administradores públicos imediatamente produziram um novo plano mestre de energia para o país que atacou o

problema -nada trivial, uma vez que o Japão importava 99% do petróleo que precisava e tinha um parque industrial quase totalmente dependente desta fonte de energia - com realismo, autoridade e com medidas fortes e abrangentes. As indústrias que usavam intensivamente energia como o alumínio foram incentivadas a saírem do país e a realizarem-se em outros países, onde a matéria-prima e a energia eram mais baratas, como a Austrália e o Brasil. Ao mesmo tempo, uma série de incentivos e penalidades foram instituídos para aumentar a eficiência do uso de energia. Durante alguns anos, a indústria japonesa e a população em geral, sofreram com as novas medidas espartanas. Mas, os sacrifícios deram bons resultados. Hoje, as indústrias japonesas, em termos de energia, são as mais eficientes e competitivas do mundo. Se vier um novo choque de petróleo, o Japão será o país mais bem preparado para enfrentá-lo, embora seja um dos mais pobres em dotes energéticos naturais. E este feito foi conseguido graças à sua elite administrativa. B.C. Koh em seu excelente estudo sobre a elite administrativa do Japão atribui a capacidade desta elite de atuar tão eficazmente em benefício da sociedade a profundos aspectos culturais e o desenvolvimento durante séculos da tradição da tomada de decisões consensual (Koh, 1989; p.266).

## **A ética do trabalho**

Os japoneses percebem o trabalho como algo importante na vida (Honna e Hoffer, 1989). É muito mais do que um meio de ganhar dinheiro para viver. O trabalho dá sentido para a vida e funciona quase como uma religião. Um operário se orgulha de trabalhar horas extras, em feriados, no fim de semana e até durante as férias. O operário japonês, na média, só tem uma semana de férias por ano mas, mesmo assim, muitos preferem trabalhar neste período. Ultimamente, por causa de um aumento alarmante de estresse, muitas firmas têm obrigado seus funcionários a tirarem, ao menos, uma semana de férias por ano. Outras sociedades asiáticas não são muito diferentes com relação a esta atitude sobre o trabalho. Na Europa, no passado, havia alguns países onde existia este tipo de dedicação ao trabalho, especialmente na Alemanha. Mas, com a prosperidade e o crescimento do poder dos sindicatos, os operários alemães têm se tornado menos fanáticos em relação ao trabalho. Nos EUA, a ética do trabalho foi cultivada pelos Puritanos, os primeiros colonizadores no Nordeste do país. Calvinistas, os Puritanos visavam o trabalho como um meio de redenção do homem pecador. Até o século 20,

esta ética do trabalho do Puritano predominava, o que atualmente já não ocorre, em parte, devido ao grande anfluxo de imigrantes de terras onde o trabalho é visto com menos entusiasmo. No Japão e na Ásia em geral, a ética do trabalho ainda predomina.

### **Lealdade nos negócios**

Sempre houve no Japão um laço forte de lealdade entre a firma, seus clientes e fornecedores. Tradicionalmente, para não ofender um fornecedor amigo de muitos anos, uma firma hesita em comprar uma peça ou componente de um novo fornecedor mesmo quando este oferece um preço mais baixo e qualidade superior. Esta é uma das razões pelas quais tem sido tão difícil firmas estrangeiras entrarem no mercado japonês. Também, é mais uma razão por que o produtor "enxuto" consegue manter um relacionamento sólido e tranquilo com os seus fornecedores durante muitos anos (Womack, Jones e Ross, 1990).

### **O anseio pelo reconhecimento**

O Japão, historicamente, apesar de esforços heróicos, tem tido dificuldade em arrancar dos ocidentais o reconhecimento de sua notável capacidade de produzir manufaturas com grande qualidade e produtividade. Este fato tem causado consternação e amargura no meio da elite japonesa. Para entender melhor a intensidade desta reação, devemos lembrar que a derrota na Segunda Guerra não foi simplesmente um revés militar para os japoneses, mas também, uma derrota total e humilhante do ponto de vista tecnológico. Seus navios e aviões, construídos a duras penas, quase artesanalmente, foram superados completamente pelos navios e aviões que saíram das linhas de produção "em massa" dos americanos. Os japoneses chegaram perto de demonstrar ao mundo que eram capazes de construir uma máquina de guerra de primeira classe mas, por pouco, não conseguiram fazê-lo. A incapacidade da indústria japonesa em organizar uma indústria de bens de consumo para exportação ao Ocidente antes, e imediatamente depois da Segunda Guerra, foi outra derrota humilhante. A marca "Made in Japan" estampada nestes produtos baratos e mal feitos ficou como um sinônimo de falta de qualidade.

À luz destas considerações, talvez possamos compreender o significado, para os próprios japoneses, da superioridade atual japonesa na produção de automóveis e aparelhos eletrônicos. Ao mesmo tempo, eles têm dificuldade na produção de idéias seminais e tecnologia básica, em boa parte, por causa das mesmas tradições que tanto favorecem a produção "enxuta." Os japoneses gostariam de ser assegurados pelo Ocidente para poderem continuar exercendo sua superioridade em sua especialidade, isto é, na produção de autos e aparelhos eletrônicos. Desenvolveu-se uma verdadeira paranóia entre a elite japonesa de que serão forçados a desistir desta superioridade por pressões comerciais, financeiras, políticas e, eventualmente, militares. Esta opinião é dada com muita franqueza por Shintaro Ishihara no seu livro (Ishihara, 1989).

## A BUSCA DA QUALIDADE POR UMA SOCIEDADE DISCIPLINADA

Depois de examinar os pontos básicos da produção "enxuta" e as tradições e conceitos culturais japoneses que sustentam este sistema, podemos começar a entender melhor porque as idéias sobre a qualidade e a produtividade de W.Edwards Deming tiveram uma aceitação tão entusiástica e com resultados tão alentadores no Japão, enquanto nos EUA, seu próprio país, Deming foi ignorado. O casamento das teorias de controle de qualidade de Deming com os valores tradicionais espartanos dos japoneses engendrou os conceitos fundamentais da produção "enxuta". Acreditamos que estes conceitos funcionaram e foram depois desenvolvidos com tanto sucesso no Japão exatamente por causa deste encaixe tão perfeito entre as fórmulas "enxutas" e o pensamento tradicional japonês.

Assim sendo, surgem perguntas lógicas. Primeira: pode a produção "enxuta" ser transplantada para outras sociedades com possibilidades razoáveis de sucesso? Segunda: pode o conceito "enxuto" ser implantado no Brasil? Terceira: este sistema pode ser aplicado em atividades não-industriais como a educação? E, finalmente: quais serão as vantagens do "enxuto" para a educação brasileira?

## OS PROBLEMAS GERADOS PELO SISTEMA "ENXUTO" E AS VULNERABILIDADES NO PRIMEIRO E NO TERCEIRO MUNDO.

A produção "enxuta" tem propiciado aos fabricantes japoneses de automóveis e aparelhos eletrônicos aumentar a qualidade e produtividade a níveis nunca imaginados, tanto que estes fabricantes têm conseguido dominar os mercados internacionais. Mas, ao desenvolverem-se e expandirem-se, problemas não previstos têm surgido. A estabilidade no emprego para os operários e as garantias de pedidos aos fornecedores têm gerado um clima de tensão econômica cada vez maior no Japão, empurrando a sociedade toda para um movimento frenético de crescimento contínuo. Uma recessão, com desaceleração de produção, redução de salários e diminuição de pedidos de peças e componentes aos fornecedores, é vista com muito mais pavor no Japão do que na Europa ou nos Estados Unidos. Em parte, isto porque uma desaceleração pode descarrilhar todo o processo de produção "enxuta". Os japoneses falam de recessão quando o crescimento econômico cai para 4% do PIB por ano, enquanto que esta estatística significaria prosperidade na Europa e nos Estados Unidos. No primeiro semestre de 1992, uma séria recessão foi anunciada no Japão o que, por sua vez, detonou uma grande queda no índice Nikkei da Bolsa de Tóquio. Mas no mesmo dia, foi anunciado que o saldo comercial mensal do Japão estava atingindo uma média de US\$10 bilhões, o maior do mundo, que para qualquer país do Ocidente significaria uma prosperidade sem precedentes. Estes surpreendentes acontecimentos apontam para a exagerada vulnerabilidade implícita numa economia que depende da produção "enxuta".

Mas há outras vulnerabilidades talvez mais sérias e para as quais devemos estar alertas. O sistema "enxuto" possibilita a geração de indústrias excepcionalmente competitivas mas, ao mesmo tempo, exige muito de toda a sociedade em todos os setores. A infra-estrutura pública é empurrada para os limites de sua capacidade. Por exemplo, o uso intensivo da entrega Just-in-Time de peças e componentes espalhado por quase todo o parque industrial dos grandes centros metropolitanos japoneses, tem aumentado enormemente o número de veículos de fornecedores nas ruas e estradas, e começa a causar monumentais engarrafamentos, sem muitas esperanças para soluções reais à curto prazo.

Os seres humanos que participam do sistema "enxuto" também são empurrados para seus limites e aumentam, assustadoramente, os casos de hipertensão e de suicídio nas cidades japonesas.

Estes problemas em um país super-desenvolvido, nos levam a pensar que uma operação com a intensidade e precisão do sistema "enxuto," num país como o Brasil - menos preparado em termos de infraestrutura- pode causar grandes transtornos. Esquemas como Just-in-Time teriam que enfrentar súbitas faltas de energia, enchentes, quedas do sistema de comunicações, engarrafamentos, acidentes de trânsito, etc., que podem, a qualquer momento, parar uma linha de produção que depende de entregas na hora!

Há também, problemas menos tangíveis que pesam sobre as indústrias e que dificultam a adoção de práticas "enxutas". Por exemplo, no Brasil, muitas companhias em determinadas épocas mantêm grandes estoques- não por causa do medo de receberem um grande número de peças defeituosas- mas por causa das possíveis surpresas do mercado e, principalmente, por medo de mudanças nas políticas governamentais. Isto nos leva a considerar que, no Brasil, um dos maiores obstáculos à instituição de sistemas "enxutos" é a falta de regras consistentes e duradouras. As regras do jogo são constantemente mudadas, dificultando o uso de uma sistemática organizada. Neste tipo de ambiente, uma gerência criativa e com "jogo de cintura" é mais importante do que um sistema mais produtivo com operários dinâmicos. Talvez, por esta razão, os salários no topo da hierarquia sejam tão altos e os privilégios tão comuns. Sem estas vantagens, seria difícil atrair executivos mais dinâmicos, agressivos e capazes de enfrentar um trabalho tão desafiante. É prática comum entre as companhias multinacionais enviarem jovens executivos em ascendência na organização para fazerem um estágio no Brasil como um teste decisivo e para ganhar em um pouco desse "jogo de cintura" tão necessário para sobreviver no ambiente imprevisível de uma economia terceiromundista. É interessante notar que um ambiente à "beira do precipício", num país como o Brasil, pressiona o executivo a feitos heróicos. É uma pressão burocrática e governamental que só pode ser enfrentada por uma pequena equipe de altos executivos. No Japão, nas fábricas "enxutas", a pressão não é burocrática nem governamental, mas puramente de produção. Mesmo esta pressão sobre o executivo é menor porque é dividida com o corpo inteiro de funcionários. Há tanta pressão sobre o operário de linha quanto sobre o presidente da companhia,

justamente pela divisão de responsabilidades e poder de decisão. Esta pressão de estresse constante na equipe inteira pode ser absorvida numa sociedade onde as tradições apóiam e se entrelaçam com este tipo de ambiente de trabalho.

## OS MÉTODOS "ENXUTOS" FORA DA FÁBRICA

Uma das lacunas na maioria dos estudos sobre a produção "enxuta" é a falta de atenção ao surgimento de métodos "enxutos" fora da fábrica e fora do Japão. Cria-se a impressão de que, nos últimos 50 anos, a qualidade e a produtividade foram desenvolvidas somente no Japão e exclusivamente nas linhas de produção de carros e aparelhos eletrônicos. Em parte, esta falha se explica pela aparência dramática destas indústrias japonesas nas últimas três décadas. Entretanto, a preocupação com a qualidade e com a produtividade tem crescido em outras indústrias e áreas não-industriais como a agricultura, a agro-indústria e o comércio varejista. Nestes setores, desenvolvimentos revolucionários, não no Japão, mas no EUA e mais tarde na Europa e na América Latina, têm tido grande influência sobre a economia e a vida de um modo geral, e há muito a aprender com estes desenvolvimentos. O surgimento da moderna agro-indústria, o supermercado, shopping center, as cadeias de lojas "fast food", o franquiamento e a grande variedade de formas de "self-service" são somente alguns destes desenvolvimentos que devem ser estudados para que se aprenda com suas experiências e metodologias, com o intuito de transferir algumas destas tecnologias para outras áreas como a educação.

O conceito do supermercado, por exemplo, tem tido uma influência importante na nossa maneira de pensar e viver, não somente no ato de comprar mas na nossa vida diária de um modo geral. O supermercado, introduzido na primeira metade do século XX, prosperou e dominou o cenário varejista na segunda metade do século. Essencialmente, o supermercado tem dado ao comprador mais independência: liberou-o da intermediação do vendedor ou do dono da loja. Esta "eliminação" do intermediário tem sido levada a muitas outras áreas, incluindo a fábrica e a educação. Na sociedade do supermercado, há um desejo do indivíduo, sempre mais forte, de ficar livre para ir diretamente ao que ele quer ou tem que fazer, sem a tutela autoritária de

um intermediário: o dono de uma loja, um vendedor, um capataz de fábrica, um telefonista ou mesmo um professor.

O conceito de "enxuto" deve muito ao supermercado, e isto é francamente assumido pelos estudos sobre o nascimento e desenvolvimento do sistema usado nas fábricas de Toyota. Nos anos '50, Taiichi Ohno e seus engenheiros não se entusiasmaram muito com os métodos das montadoras de carros americanas, mas ficaram fascinados com a filosofia de vendas e suprimento de produtos nas prateleiras dos supermercados de Detroit. Assim, nasceu a idéia do "kanban" (Moura, 1989; p. 8-9). As mercadorias eram colocadas nas prateleiras das lojas somente quando outras eram retiradas pelos fregueses. O ritmo de vendas de produtos no supermercado era estabelecido pelos fregueses que "puxavam" as compras da loja e, eventualmente, também, a produção das firmas fornecedoras, sem mencionar ainda, os estilos de embalagem e as variedades de produtos.

Nos últimos dez anos no supermercado, especialmente nos EUA onde o código de barras e a automação no caixa já são universais, houve uma virada completa no relacionamento de poder entre as lojas, os clientes e os produtores. O varejista agora tem mais informação sobre os hábitos de compra dos clientes do que o fabricante do produto, que depende desta informação para planejar a sua produção. Novas tecnologias estão sendo introduzidas no supermercado que permitirão, cada vez mais ao freguês, manifestar as suas preferências, seus desejos e suas necessidades sempre com mais eficácia. Isto nos lembra que, no sistema "enxuto" de Toyota, como no supermercado, o cliente dita as características do produto que deve sair da linha de produção (Toffler, 1990; p. 95-106).

Outra importante inovação do século XX, o computador, nos últimos 30 anos, tem tido um enorme impacto no Ocidente e no Japão, não somente na indústria mas em várias atividades. Alguns dos conceitos "enxutos" usados nas linhas de montagem de carros estão sendo aplicados em finanças e vendas em larga escala graças ao uso do computador. Por exemplo, os relacionamentos entre varejistas, fornecedores e fabricantes têm sido melhor integrados com o uso do computador. O conceito Just-in-Time, aplicado com o auxílio do computador, tem permitido que as lojas reduzam estoques e custos (Toffler, 1990; p. 120-129). Mas, o mais importante, é o fato de que a

introdução do computador pessoal ter acelerado a possibilidade de eliminação do intermediário, do atravessador.

Na educação, também houve alguns desenvolvimentos extraordinários, especialmente no nível superior. A introdução da faculdade comunitária, a rede de bibliotecas públicas integradas por computação e a universidade aberta são somente alguns destes avanços e todos incorporam a possibilidade do indivíduo ser livre para fazer o que quer, sem intermediação. Há currículos "enxutos", créditos para trabalho fora da escola, a busca de livros e informações sem a interferência de terceiros e toda uma série de novas facilidades para o usuário.

## O PEQUENO É BOM

Paralelamente à procura pela indústria de produzir qualidade com maior produtividade existe um movimento que começou no Japão e que agora se espalha pelo mundo todo. É o crescimento em vários países do número e da importância da micro-empresa. Pequenas firmas, que maximizam o uso de tecnologia e que têm a vantagem da flexibilidade, estão se mostrando mais competitivas do que as grandes organizações que têm que manter pesadas e custosas burocracias. Pelas mesmas razões, têm surgido movimentos que parecem uma volta ao passado mas não o são. Um exemplo é o renascimento e a proliferação da pequena empresa de família. Este tipo de empresa tem vantagens sobre as grandes firmas. A tomada de decisões é rápida e flexível. As novas tecnologias, o computador pessoal e os novos e baratos meios de comunicação, agora são acessíveis a todos e têm dado às pequenas empresas a igualdade de competência e competitividade das grandes empresas e sem os enormes custos fixos destas. Em resumo, o mais fácil acesso à tecnologia, às informações e aos conhecimentos tem tornado o tamanho um aspecto relativo (Toffler, 1990; p. 182-232).

## OS CONCEITOS DA PRODUÇÃO "ENXUTA" NA EDUCAÇÃO

Quando examinamos as possibilidades de usar na educação os conceitos da produção "enxuta", que tiveram tanto sucesso na fábrica, encontramos algumas surpresas. Por exemplo, enquanto a escola pública

japonesa é fortemente orientada por um formato de muito trabalho e produção de qualidade, não é dirigida ao desenvolvimento de um raciocínio independente pelo aluno. Alvin Toffler no seu livro mais recente, *Power Shift*, diz isto sobre o sistema educacional japonês:

*"O sistema educacional japonês, que muitos educadores americanos inocentemente exibem como um modelo, é criticado agressivamente pelos próprios japoneses por sua excessiva regimentação e métodos que aniquilam a criatividade. Nos níveis mais baixos, os sindicatos de professores e a burocracia educacional fazem tudo para eliminar qualquer inovação proposta. A educação superior no Japão não tem a qualidade tão renomada de sua indústria"* (Toffler, 1990; p. 435).

Assim, algumas das tradições que apóiam a produção "enxuta" na fábrica, têm um papel oposto na escola. Quando chegamos ao nível superior, o problema se torna agudo e talvez irreversível. Depois de anos de ensino baseado no medo e na obediência cega, a criatividade do aluno japonês tem sido acuada. Para o operário da linha de produção "enxuta", que já é um adulto, os anos de ensino rígido têm resultado em um alto grau de disciplina, ordem e responsabilidade. Para este operário, o maior grau de liberdade para a criatividade e crítica no sistema "enxuto", é recebido entusiasticamente como liberalizante e positivo. Mas, quando se trata de áreas como pensamento abstrato ou ciências humanas, os anos de ensino com ênfase sobre disciplina, são negativos. Neste sentido, a educação universitária japonesa tem se atrasado em relação a outros países industrializados.

Ultimamente, as universidades japonesas, instigadas pela elite administrativa, têm feito um esforço para pesquisar as universidades americanas com o objetivo de desvendar seus segredos e transferir a sua tecnologia. Em alguns casos, houve a compra de pequenas universidades privadas americanas para facilitar e acelerar esta transferência.

De um modo geral, podemos dizer que os pilares da cultura japonesa que apóiam tão bem a produção "enxuta" na fábrica, diminuem as possibilidades de sucesso na universidade, onde as atitudes espartanas e heróicas não funcionam muito bem, e a liberdade é muito mais importante.

Estranhamente, o espírito de "kaizen" de Masaaki Imai, que enfatiza o sistema em vez do resultado, é desprezado na escola pública japonesa e, especialmente, na universidade. De fato, há uma inversão total de "kaizen" no momento crítico da canalização de estudantes a escolas pós-secundárias. O resultado é definitivo na vida do jovem japonês. Quem consegue bons resultados nos vestibulares, entra em uma universidade prestigiada e sua carreira profissional está garantida. Quem falha nestes exames não deve nutrir mais esperanças em ter uma carreira de primeiro nível. Talvez tenha que aceitar entrar em uma escola de segunda categoria e, conseqüentemente, levar uma vida inferior ou, até mesmo, pode ver seus sonhos de uma educação universitária totalmente descartados e ter que procurar uma escola técnica ou comercial. Na Europa também existe esta triagem brutal de jovens, como há na América Latina. Mas em nenhum lugar a triagem é tão drástica e definitiva como no Japão. De fato, há um apreciável número de suicídios de jovens neste momento de decisão irrevogável. Nos EUA o sistema de triagem de candidatos para o estudo universitário é menos duro e definitivo. Há sempre uma chance de recorrer a uma escola menos rigorosa e, mais tarde, com boas notas, conseguir uma transferência para uma das escolas de primeira linha. Novas facilidades estão sempre sendo criadas para o jovem poder chegar a uma carreira que ele deseja. A "community college" é um bom exemplo desta flexibilização do sistema. Neste caso, os americanos, ironicamente, na universidade, são mais "kaizenistas" do que os próprios japoneses.

Enquanto os japoneses têm deixado de aplicar os seus próprios métodos "enxutos" na escola, nos Estados Unidos, onde o ensino público tem deteriorado seriamente nas últimas três décadas, alguns educadores começam a estudar a possibilidade de aplicar estes conceitos na educação. William Glasser tem feito propostas claras e bem estruturadas para aplicar os métodos de controle de qualidade de W. Edwards Deming na educação (Glasser, 1990).

Glasser concentra sua atenção sobre a qualidade e a produtividade na sala de aula nos níveis secundários. Ele usa os mesmos argumentos que Deming para enfatizar a necessidade de um relacionamento mais democrático entre alunos (operários) e professores (gerentes) para suplantarem o tradicional formato autocrático.

Glasser faz uma comparação muito eficaz entre as escolas americanas e as fábricas das montadoras de carros em Detroit que produziam nos anos '70 em grande escala automóveis baratos, de baixa qualidade e com apreciáveis lucros:

*"Como as montadoras nos anos setenta que concentravam na manufatura de carros de baixa qualidade que rendiam altos lucros, as nossas escolas têm focalizado os seus esforços em conseguir que os alunos façam o trabalho suficiente, mesmo que esse trabalho quase nunca seja de boa qualidade, para alcançar o padrão de qualidade mínimo necessário para passar de ano"* (Glasser, 1990; p. 4-5).

Glasser acredita que, com as adaptações adequadas, os mesmos métodos usados para ganhar a lealdade e o comprometimento dos operários das linhas de produção "enxutas" para produzir carros e aparelhos eletrônicos de alta qualidade, podem ser usados para conseguir que os alunos produzam trabalhos acadêmicos de qualidade. Ele sugere, como Deming, que sejam encorajados trabalhos cooperativos com os alunos (operários) lembrando os círculos de qualidade da fábrica "enxuta" e recomenda que sejam dadas aos alunos mais responsabilidades e o direito de tomar decisões. Ele também advoga avaliações constantes do trabalho do aluno (Glasser, 1990; p. 104-121).

Embora o Dr. Glasser faça um trabalho pioneiro para adaptar o sistema "enxuto" à escola, há sérias falhas no enfoque deste trabalho. Primeiro, Glasser depende demais de Deming e parece que nunca chegou a conhecer as contribuições criativas de Taiichi Ohno e Maasaki Imai, o "kanban" e o "kaizen."

Igualmente séria é a suposição implícita - no trabalho de Glasser - de que a experiência de aprender tem lugar somente na sala de aula e requer a presença ou orientação de um professor. Este ponto de vista ignora as mudanças que aconteceram no mundo nos últimos 30 anos, estudadas por Alvin Toffler na sua trilogia. Hoje, o aluno chega à sala de aula, muito mais bem informado que o jovem de gerações anteriores devido à grande variedade de sistemas de comunicação com os quais ele tem um contato constante. Ao mesmo tempo, a escola tem ficado praticamente parada no tempo. Glasser ignora os novos e revolucionários meios - como o computador e a televisão - que começam a influenciar a educação e o modo de aprender.

Gregory Gargarian no seu estudo sobre a educação e o pensamento "enxuto", embora não seja tão preciso na aplicação da tecnologia "enxuta" na educação, mostra claramente como o sistema de produção "em massa" tem influenciado a organização do ensino nas escolas públicas americanas e como a filosofia da produção "enxuta" pode trazer importantes modificações nas escolas (Glasser, 1990; p. 1-27). Gargarian também faz uma investigação muito valiosa e sugestiva sobre as instituições que promovem a aprendizagem fora da escola e como isto é feito. Ele conclui: *"Assim, a sala de aula raramente é sentida como um lugar para aprender como fazer as coisas ou na qual se possa ter uma experiência de comunidade"* (Glasser, 1990; p. 33). Ele cita seu próprio professor, Seymour Papert, para reforçar esta afirmação: *"Um tema importante no trabalho de Papert é que a cultura, não o currículo, 'ensina'. Por isso é mais fácil aprender inglês nos EUA, mas não o francês"* (Gargarian, 1992; p. 33-34). Gargarian argumenta muito convincentemente sobre o fato de a escola pública ter sido desenvolvida sob a influência da metodologia da produção "em massa" e por isso ter resultado em um sistema de educação menos eficaz e sugere que isto pode ser mudado pela adoção do pensamento "enxuto" no planejamento educacional.

## OS OBSTÁCULOS À CULTURA "ENXUTA" NO BRASIL

A sistemática da produção "enxuta" - inteira ou parcialmente - já está sendo amplamente usada no Brasil por pequenas e algumas grandes fábricas como a tecelagem da Cia. Hering em Santa Catarina e algumas divisões da General Motors em São Paulo. Algumas destas empresas estão tentando implantar a produção "enxuta" de uma maneira séria e com metas a longo prazo.

Mas, a maioria das companhias brasileiras, tende a adotar somente aqueles aspectos da produção "enxuta" que lhes convém no momento. Por exemplo, o amplo uso dos sistemas "Just-in-Time" e "kanban" dentro da fábrica tem permitido a redução de estoques com grandes economias de capital de giro exatamente quando o crédito é extremamente caro. Mas, pouco é feito para melhorar as relações entre a gerência e os empregados, o que é vital para o êxito do sistema a médio e longo prazos. Os próprios japoneses dizem que demora mais ou menos dez anos para implantar com sucesso um sistema "enxuto" numa

companhia (Womack, Jones e Ross, 1990; p. 243). Esta pressa em adotar um sistema para resolver um problema do momento em vez de ter paciência e visão para alcançar um êxito mais duradouro é um aspecto típico da cultura brasileira. Em resumo, é a cultura do "jeitinho," e não prenuncia bons resultados a longo prazo. Mas, esta não é a única característica encrustada na cultura brasileira que pode dificultar a implantação de um sistema de produção "enxuta." Entre as mais importantes, destacamos:

### **A opção pela quantidade**

O brasileiro aceita facilmente a qualidade inferior, optando pela quantidade. Ultimamente, esta tendência tem se manifestado no mercado onde o preço tem se tornado mais importante do que a qualidade. Esta opção foi reforçada pelos planos econômicos do governo federal a partir de 1986, começando com o Plano Cruzado que congelou os preços. Produtores, muitos em desespero durante os congelamentos destes planos, compensaram suas perdas oferecendo produtos de qualidade inferior. O público consumidor aceitou esta proposta não explicitada, comprando os produtos de qualidade inferior com preços congelados e dando seu apoio a esta idéia de troca de qualidade por quantidade.

Mas a opção pela quantidade ao invés de qualidade já existiu muito antes do Plano Cruzado e se manifesta constantemente na sociedade brasileira. Dois exemplos claros são os sistemas de educação e de saúde pública. Oficialmente, há uma cobertura total por estes sistemas. Um aluno pode começar no jardim de infância e se formar doutor sem pagar um centavo. Também, um cidadão, quando doente, pode ser atendido no posto de saúde de seu bairro para um caso simples ou pode ter um transplante de coração no melhor hospital do país sem pagar nada. De longe, o mal informado pode pensar que a disponibilidade destes serviços é maravilhosa e louvável, mas o usuário destes serviços tem uma opinião muito diferente e extremamente negativa sobre eles. A razão desta grande disparidade entre o conceito e a realidade é a quase total falta de preocupação por parte das autoridades e dos funcionários com a qualidade nas áreas de educação e saúde, unida à complacente aceitação do público em geral. O público queixa-se dos maus serviços mas quando lhe é oferecida a opção por sistemas mais caros e de melhor qualidade, prontamente opta pela continuação nos sistemas gratuitos.

Nos dois sistemas - de educação e de saúde - a regra parece ser contrária à do sistema "enxuto": falta de disciplina e responsabilidade por parte dos funcionários, falta de liderança e interesse por parte das autoridades e falta de disposição de todos de submeterem-se a treinamentos e aperfeiçoamentos. Há uma atitude generalizada que é diametralmente contrária à do "kaizen".

### **A mentalidade opressor-oprimido**

O peculiar relacionamento opressor-oprimido que prevalece na maior parte do Brasil coloca um obstáculo à construção de uma cultura "enxuta." Não podemos desconsiderar o fato de que o Brasil foi durante 389 anos uma sociedade escravocrata. Isto tem alimentado tradições, aparentes e escondidas, que já são parte da própria maneira de ser do brasileiro. Paulo Freire discute longamente o relacionamento de amor-ódio de ambos - opressores e oprimidos - na sociedade brasileira no seu *Pedagogia dos Oprimidos* (Freire, 1970; p. 27-56) embora, inexplicavelmente, não faça a ligação deste relacionamento à história relativamente recente da escravidão no país. Deixa-nos supor que o vilão opressor agora é o capitalista, quando, pode-se argumentar que o caso é o contrário. Embora ainda existam empresas retrógradas que operam com sistemas de semi-escravidão, a aparência das companhias capitalistas do Brasil e, especialmente, as firmas estrangeiras, geralmente, tem tido uma influência progressista na sociedade brasileira acarreado melhorias nas relações entre empregadores e empregados. Este fato é ainda mais claro quando comparamos as relações trabalhistas nas modernas indústrias do Sudeste às dos latifúndios que ainda prevalecem em grande parte do resto do país ao norte de São Paulo.

### **A luta de classes e o cultivo da inveja**

Os formadores de opinião no Brasil (professores, juízes, jornalistas, o clero, atores, médicos, etc.), de uma maneira geral, tendem a favorecer uma interpretação assistencialista apoiada em uma visão marxista sobre os problemas sociais. Estes grupos de grande influência na opinião pública têm contribuído para o desenvolvimento de um relacionamento adversarial entre empregados e empregadores no país. Criar um enfoque educacional baseado no conceito marxista da luta de

classes é, em nossa opinião, um passo para trás no desenvolvimento da personalidade de alunos e especialmente crianças. Implica o seguinte: há duas classes - a classe dominante que é dona das indústrias, fazendas, lojas, isto é, os processos produtivos, e a classe operária que tem somente o seu trabalho para vender e que é explorada pela classe dominante. O professor de orientação marxista dirige a atenção dos seus alunos para o objetivo de aprender para modificar o sistema político-econômico existente. Isto é negativo para o aluno porque ele é desviado do trabalho de desenvolver o seu próprio ser interior para poder diferenciá-lo de possíveis opressores e da própria sociedade exterior. Freire enfatiza a necessidade de que este desenvolvimento seja feito sem ser baseado no ódio e na inveja (Freire, 1970), O psiquiatra Viktor Frankl no seu livro *Man's Search for Meaning* (Frankl, 1963) desenvolve o mesmo tema, baseando-se nas suas experiências nos campos de morte nazistas durante a Segunda Guerra. Ambos Freire e Frankl sugerem que se uma pessoa dirige todas as suas energias mentais para odiar os seus opressores, não haverá muito sobrando para desenvolver uma vida autônoma interior que independa de seus opressores. Em resumo, o uso por um jovem de todas as suas energias para destruir a "cultura opressora", justificando a tomada da propriedade e dos meios de produção do "opressor", literalmente, incapacita aquele jovem do seu próprio desenvolvimento.

Até o conceito da produção "enxuta" levanta a desconfiança dos educadores marxistas. Dar mais responsabilidade e poder de decisão ao trabalhador da fábrica "enxuta" é interpretado como um ato de exploração ainda mais cruel, do que o ato do capitalista retrógrado que meramente rouba o suor do trabalhador. De acordo com os educadores marxistas, o capitalista "enxuto" vai mais além e explora a mente do trabalhador. Uma aluna de pós-graduação de orientação marxista-leninista da Faculdade de Educação de uma prestigiosa universidade brasileira chega a esta conclusão depois de estudar o sistema de produção "enxuto":

*"Como se não bastasse a força e a destreza, a empresa quer também a 'alma' e a 'vontade' dos seus funcionários"* (Shiroma, 1991; p. 65).

A solução para esta futura educadora é uma solapação sub-reptícia do sistema:

*"Enfim, pensando dialeticamente o processo de dominação na esfera do trabalho, existe a possibilidade de, a partir de instrumentos práticos e ideológicos fornecidos pela própria empresa, os trabalhadores virem a desvendar,*

*contraditoriamente, aquilo que as organizações tanto pretendem ocultar. Há que se encontrar brechas nesses programas de **envolvimento** propostos pela empresa, para um real **des-envolver** da luta operária" (Shiroma, 1991; p. 66).*

## **A rejeição do comprometimento**

O cultivo da inveja dos donos dos meios de produção pelos movimentos de orientação marxista tem tido seu efeito negativo no Brasil, corroendo um importante pilar do sistema "enxuto": o contrato implícito entre o empregador e o empregado que troca segurança de emprego por comprometimento com a companhia, o empregado identificando-se com a firma e com os seus produtos. Este comprometimento não é tão fácil conseguir no Brasil ultimamente, especialmente nos grandes centros urbanos, mesmo quando os salários e as condições de trabalho são bons. O melhor exemplo é o trabalhador na indústria automobilística - o mais bem pago no país, que é também o mais anti-companhia.

## **A elite irresponsável**

Em toda a história do Brasil, as classes dominantes têm tido uma autoridade esmagadora, e têm usado este poder - quase total - com um egoísmo e uma grosseira falta de responsabilidade. É uma elite sem muita generosidade. Esta atitude tem sido herdada pela elite do Brasil moderno com consequências devastadoras. É quase inexistente uma tradição entre os ricos de apoiar a fundação e manutenção de museus, orquestras sinfônicas, bibliotecas, universidades, hospitais, centros médicos, etc., com seu próprio dinheiro. Existem poucas fundações mantidas com o dinheiro de brasileiros ricos. Parece que esta elite não conhece o famoso ensaio do bilionário magnata de aço americano do século passado, Andrew Carnegie, "The Gospel of Wealth" (O evangelho da riqueza), escrito em 1889 e que serviu como o primeiro guia para a filantropia americana (Carnegie, 1889). Uma vez que o governo brasileiro é um patrocinador pobre e ineficiente de tais fundações e entidades de serviços públicos, o Brasil simplesmente tem sido um país praticamente sem bons museus, orquestras sinfônicas, bibliotecas, universidades, hospitais, centros médicos e fundações filantrópicas. Nesta situação, o público brasileiro se encontra a mercê do Estado e, talvez, inconscientemente cultive uma raiva intensa por sua elite que gasta mal grandes fortunas em

caprichos não se dando ao trabalho de esconder este hábito. Inconscientemente, o público brasileiro tenta se vingar desta elite irresponsável. O Plano Cruzado em 1986 deve muito do seu sucesso popular a este desejo de ver a elite humilhada.

### **Estatismo, centralização, burocratização e o informal**

A sociedade brasileira possui uma forte tendência a depender do Estado e da autoridade e de centralizar e burocratizar esta autoridade. Ao mesmo tempo, a elite administrativa estatal em todos os níveis tende a ser irresponsável e geralmente negligente quando se refere a seus deveres com o público e o país. Pode-se dizer que é o oposto da elite administrativa japonesa. Como temos visto, um dos pilares mais importantes da produção "enxuta" no Japão são as ações astutas e certeiras da elite administrativa do país, que age sempre para estabelecer diretivas para toda a indústria com sutileza e tato e com um mínimo de interferência no próprio mercado. Não há mudanças súbitas nas regras e a indústria é sempre exaustivamente consultada sobre qualquer nova estratégia. No Brasil, a elite burocrática existe, mas é extremamente corporativista. Importa-se muito mais com seus próprios interesses e benefícios e não demonstra uma genuína preocupação com o país, o bem estar da sua sociedade. Não há nenhum empenho para servir melhor o público e dar-lhe em bons serviços um retorno razoável pelos impostos que paga e que, em última análise, sustentam esta burocracia irresponsável.

Em grande parte, esta situação explica a forte veia de individualismo do brasileiro que reage e desafia a autoridade com um tipo de desobediência civil e, às vezes, mais violentamente. Tenta de toda maneira escapar dos impostos e de regulamentos inconvenientes. Esta rebeldia concentra-se entre as pequenas empresas que praticamente são obrigadas a desobedecer as leis para sobreviver. Na última década houve um crescimento grande deste setor da economia. Há aproximadamente 3.500.000 micro, pequenas e médias empresas no país, que representam 99,3% do total de empresas no Brasil, oferecem 79,4% dos empregos do setor privado e respondem por 38,4% do Produto Interno Bruto (PIB) <sup>7</sup>. A maioria destas firmas fazem parte da chamada "economia informal." Não

---

<sup>7</sup>Gazeta Mercantil, S. Paulo, 10 de outubro de 1992, p. 3.

registram uma boa parte dos seus funcionários, pagam um mínimo de impostos e burlam todas as leis e regulamentos inconvenientes<sup>8</sup>.

### A falta de uma ética de trabalho

Enquanto no Japão e na maioria dos países do leste da Ásia há uma forte ética de trabalho, no Brasil, poderíamos dizer que o inverso é mais comum, o que seria uma ética do lazer. O trabalho é considerado uma atividade desagradável, um "mal necessário." O prazer e o lazer são muito mais desejados e é consensual que são preferíveis ao trabalho. No Japão e no leste asiático, o operário gosta de trabalhar horas extras ou nos fins de semana e feriados não só pelo dinheiro mas pela satisfação. O operário nestes países muitas vezes não aproveita nem a semana anual de férias que é por direito e prefere trabalhar. Por outro lado, o operário brasileiro faz de tudo para escapar do "mal necessário." Clodomir Vianna Moog no seu clássico *Bandeirantes e pioneiros* onde faz uma comparação entre a cultura norteamericana e a brasileira, liga esta atitude negativa do brasileiro em relação ao trabalho ao fato "...de haver sido o Brasil conquistado por um povo mediterrâneo, católico, barroco e latino,..." (Vianna Moog, 1964; p. 92). Ele também chama a nossa atenção para a influência da religião católica neste desprezo pelo trabalho e a compara com o calvinismo, a religião dos primeiros colonizadores da América Inglesa: "O católico faz retiro, recolhe-se aos conventos para melhor comunicar com Deus. O calvinista comunica-se com Deus dentro da cidade, na oficina, no tear, na fábrica..." (Vianna Moog, 1964; p. 90).

Embora se possa concordar com Vianna Moog que a religião católica tem contribuído de forma importante para criar uma atitude anti-trabalho na cultura brasileira, é importante lembrar que outros fatores têm tido um peso até mais forte neste sentido, especialmente a longa história de escravidão no país. De qualquer maneira, esta falta de "prestígio" do trabalho embutido na cultura brasileira tende a criar sérios obstáculos à instituição de um sistema "enxuto" na fábrica ou em qualquer lugar. É uma atitude contrária à filosofia "enxuta" que enfatiza o papel do operário na organização e a expectativa de que ele se dedicará de corpo e alma ao seu trabalho.

---

<sup>8</sup>Hernando de Soto, o economista peruano, estuda a fundo a economia informal no Perú, que tem muitas similaridades com o Brasil a este respeito, no *The Other Path The Invisible Revolution in the Third World*, Harper & Row, N. Y., 1990; trad. do espanhol: *El otro sendero*.

# OS OBSTÁCULOS E AS RESPOSTAS PARA O ENSINO DE QUALIDADE

## Os burocratas da educação

Enquanto há numerosos obstáculos culturais para a instituição de sistemas "enxutos" em qualquer setor no Brasil, a tentativa de aplicar técnicas "enxutas" na educação enfrenta algumas barreiras especiais, embora ainda notemos a influência dos obstáculos culturais acima mencionados ou combinações deles.

Por exemplo: o ensino de qualidade tem sido colocado de lado pelas autoridades, com o apoio implícito do público, para ter ensino de quantidade. Aliás, é o mesmo problema notado por Glasser nas escolas públicas norte americanas embora, no Brasil, a opção seja muito mais abrangente e com consequências ainda mais sérias uma vez que as alternativas educacionais à rede oficial são mais fracas e as autoridades educacionais são ainda mais irresponsáveis (Glasser, 1990; p. 1-13). O exemplo recente mais claro é a instituição do projeto dos CIACS<sup>9</sup>, a construção de grandes centros educacionais com refeitórios, facilidades para esportes, saúde e com o propósito de estender o período de ensino. Dentro da proposta dos CIACS, que foi lançada pelo governo Collor em 1991 com a promessa de investimentos de US\$6 bilhões, não há nenhum projeto substancial para melhorar a qualidade do ensino, o treinamento de professores, aperfeiçoamento de métodos, de currículo, etc..

O maior obstáculo para instituir os conceitos "enxutos" no ensino no Brasil é a maciça centralização da educação pelos estados e o governo federal. Podemos, de uma maneira muito prática, comparar o sistema de educação pública no Brasil com a indústria automobilística americana antes desta começar a reestruturar-se para competir com os carros importados, com a triste diferença de que não há importados japoneses para chacoalhar o sistema de ensino no Brasil. Em última instância, o controle da gigantesca, custosa e ineficiente máquina educacional brasileira está em Brasília no Ministério de Educação e Cultura-MEC,

---

<sup>9</sup> Os CIACS (Centros Integrados de Apoio à Criança), projeto lançado pelo governo Collor em 1991, programou a construção de cinco mil prédios escolares no país, que devem ter amplas áreas e facilidades para esportes, refeitórios, vestiários, etc., que funcionarão em tempo integral.

onde a maioria dos projetos que poderiam, teoricamente, implementar mudanças são aprovados. Há décadas que muitos destes projetos recebem vultuosos recursos de organizações internacionais sem conseguir efetuar nenhuma mudança no triste cenário educacional brasileiro. É uma situação que tem criado um ambiente de desesperança entre os educadores brasileiros mais bem intencionados e criativos. No nível estadual, a centralização do planejamento, a tomada de decisões e a distribuição de recursos têm resultado na criação de 27 pequenos e médios MECs estaduais com os mesmos resultados negativos.

Pouco pode ser feito para melhorar o ensino no Brasil sem uma descentralização do sistema. Isto pode ser feito mais rapidamente pela municipalização da educação pública no país, como foi feito na década passada no Chile com sucesso. A descentralização abriria a possibilidade da introdução de projetos de ensino "enxuto" em algumas cidades, que poderiam depois servir como modelos para outras cidades. Certamente, municipalização do ensino criaria muitos problemas. O maior problema, talvez, seria a criação de sistemas desiguais, desde que as cidades mais pobres estariam numa situação de desvantagem. Mas, há soluções para problemas deste tipo, e muito mais seria ganho com a liberdade para a criatividade e o progresso proporcionados pela descentralização.

### **Amarrados ao passado**

Não é só o governo que dificulta a introdução de qualidade e de inovadores métodos na educação no Brasil. É importante observar isto porque há uma tendência em culpar o governo por todos os infortúnios, sem olhar para a falta de responsabilidade e criatividade das pessoas envolvidas. Um dos obstáculos mais difíceis no caminho de qualquer empreendimento para introduzir novas idéias para melhorar a qualidade do ensino é a dificuldade que as autoridades, os administradores, professores, pais e alunos têm em romper com o passado, largar os velhos e familiares métodos de fazer as coisas. Várias desculpas são usadas para evitar o novo, inovador e criativo. No caso de se sugerir que as técnicas das linhas de produção "enxutas" possam ser introduzidas no ensino, há indignação e comentários que "seres humanos não podem ser tratados como máquinas," quando o uso de conceitos "enxutos" na realidade dá ao professor e ao aluno mais responsabilidade e um tratamento de mais respeito e confiança. Quando é sugerido que o

formato "self-service" pode ser mais útil e produtivo que a relação clássica de professor-aluno, é dito que "o professor está sendo jogado fora," quando isto não é verdade. O professor, neste último caso, simplesmente deve se adaptar a um novo papel em relação ao aluno: aquele de tutor ou mentor.

Estas críticas são convenientes subterfúgios para pôr o novo de lado e manter o "status quo" que parece ser menos perigoso. Há o medo de que o novo e o inovador venham a tirar o emprego do professor ou do administrador e que venham a diminuir o poder das autoridades. Até um certo ponto, os administradores e autoridades têm razão. Na indústria, como temos visto, o processo "enxuto" achata a hierarquia e horizontaliza o poder de decisão. É bem provável que o professor no novo sistema educativo tenha um papel muito diferente em relação ao aluno, uma posição menos autoritária e em vez de ser a fonte de todo o saber, seja um orientador que ajuda o aluno a chegar às muitas fontes do saber.

A maioria dos educadores brasileiros ainda acredita que o ensino pode ser melhorado somente com a construção de mais salas de aula, mais professores e melhores salários. Não descartamos estas opções. Talvez, possam melhorar o sistema, mas outras modificações estruturais no processo ensinar-aprender têm que acompanhá-las. Por exemplo, não adianta pagar melhor os professores ou tê-los em maior número se eles vão continuar no papel ultrapassado de fornecedores autoritários de informação sem preocuparem-se em motivar os seus alunos.

É necessário informar aos professores, alunos e pais de alunos sobre as mudanças que estão ocorrendo na sociedade e a necessidade de reformular o sistema de ensino para melhor favorecer os alunos com a educação necessária para enfrentar a vida fora da escola. As empresas, em todos os setores, incluindo a agricultura e os serviços, tanto como as fábricas, nos últimos anos têm colocado muito mais ênfase na preparação tecnológica de candidatos para empregos. O sistema educacional brasileiro está ignorando este fato e em poucos casos tem adotado as necessárias mudanças em currículo e metodologia para enfrentar a nova situação. Por parte dos alunos, estes estão -mais e mais - saindo do sistema educacional para prepararem-se com cursos comerciais, de computação e de línguas, orientação vocacional e psicológica para conseguirem um emprego.

Mesmo dentro do formato conservador da tradicional escola e sala de aula, os administradores e professores no Brasil têm falhado miseravelmente. Como enfatiza Glasser, ser professor é um dos trabalhos mais difíceis. É necessária liderança, muito trabalho e competência na sala de aula (Glasser, 1990; p. 14-24). A necessidade de muito trabalho e dedicação na sala de aula, em boa parte, tem sido colocada de lado por causa dos salários incrivelmente baixos dos professores no Brasil. Embora, não haja dúvida de que estes salários são realmente inadequados, tampouco não há nenhuma certeza de que bons salários venham a produzir bons professores ou melhorar o ensino. O problema é a separação dos dois problemas: baixos salários e ensino ruim. Tem que ser feito um esforço simultâneo de aumento de salários e melhoria do ensino dentro de um só projeto. Mas, isto nunca será feito eficazmente dentro de um sistema educacional centralizado. Isso nos lembra dos investimentos enormes da indústria automobilística norte americana para melhorar a qualidade dos seus carros sem abandonar o sistema de produção "em massa." Depois de quase duas décadas jogando dinheiro fora, Detroit percebeu que tinha que mudar profundamente sua maneira de conceber a produção.

Professores dinâmicos e competentes na escola pública são mais e mais raros. A tendência dos bons professores é a de migrarem para as escolas privadas onde seus esforços são mais reconhecidos e mais bem remunerados. Na escola pública não há uma diferenciação entre o professor dinâmico e o incompetente. Ambos recebem o mesmo salário. A tendência da escola privada nos próximos anos será de ter professores mais competentes e dinâmicos em menor número que receberão melhores salários. As escolas estarão procurando professores com capacidade de liderança e conhecimentos sobre as novas tecnologias.

### **O novo papel do professor**

No ensino realmente "enxuto" não existe nenhuma lei que diz que tem que ter professor ou sala de aula para aprender. O assunto foi muito bem desmitificado por Ivan Illich no seu *Deschooling Society* (Illich, 1970). Como na fábrica "enxuta" - onde houve um achatamento da hierarquia e uma redefinição de papéis com os gerentes tendo seu poder de decisão diminuído e os operários recebendo mais poder e responsabilidade - no sistema educativo "enxuto" há também uma redefinição de papéis. Os

administradores e professores não são mais os "todo poderosos" com total autoridade sobre uma massa de alunos submissos, meros receptores de informações. A educação brasileira põe ênfase demais no papel do professor, no sistema e dá pouca atenção ao papel do aluno. Seguindo esta linha educativa, atenção demais é concentrada no ato de ensino ao invés do ato de aprender. Também, há ênfase demais na escola e na sala de aula, como se fôssem imprescindíveis à aquisição de novos conhecimentos.

O papel do professor em relação ao aluno no sistema "enxuto" mudaria também na maneira de encarar os atos de ensinar e aprender. A filosofia do "kanban" usada na linha de produção "enxuta" no sistema educativo implicaria no "puxar" do desejo e da necessidade de aprender do aluno em vez de "empurrar" o ensino "goela abaixo" do aluno. Uma das chaves para poder conseguir "puxar" a vontade do aluno é a motivação. Glasser desenvolve esta posição muito habilmente (Glasser, 1990; p. 39-56).

### **O currículo just-in-time**

O conceito just-in-time pode ser tanto aplicado na educação como na indústria. Instrução e currículo devem ser fornecidos somente quando necessários e no momento certo. No Brasil, a instrução e o currículo são jogados na "cara" do aluno como se fôssem confete. Tem que haver um amplo enxugamento do currículo nas escolas brasileiras em todos os níveis. Isto permitiria uma concentração da organização educativa na vida intelectual e no desenvolvimento dos alunos.

### **A aquisição de qualidade**

Não é fácil adquirir qualidade no ensino nem em qualquer empreendimento. Um sistema de qualidade não pode ser adquirido a curto prazo ou decretado pelo governo. Como temos notado, demora mais ou menos dez anos para implantar bem um sistema "enxuto" numa indústria quando há muita vontade e unidade de pensamento sobre o assunto. Na educação deve demorar muito mais porque o aluno pode ou não adquirir conhecimentos em diversos lugares e momentos. Um

ambiente de qualidade educativa é criado numa comunidade por todos os participantes: administradores, professores, alunos, pais e outros.

O educador, mesmo que esteja dentro de um sistema aberto - onde ele é um orientador - deve exigir trabalho de qualidade dos seus alunos ou orientandos, mas também deve oferecer qualidade no que faz. Ele deve reconhecer que o aluno é um ser pensante como ele. Um dos grandes entraves à aquisição de qualidade no sistema educativo no Brasil é a presunção de que o aluno não sabe nada ou sabe muito pouco. Um sistema educativo para adquirir qualidade tem que ter alunos que sejam encorajados a serem pensadores independentes. A liberdade de pensamento é fundamental para construir um ambiente propício à criatividade e deve ser conscientemente encorajada desde os primeiros anos de escola. Alunos nos primeiros graus de um sistema educativo, acostumados a pensar independentemente terão uma influência positiva em todo o sistema durante muitos anos.

### **A necessidade de "kaizen"**

No empenho para adquirir qualidade, um componente importante é o espírito de "kaizen" na própria comunidade educativa brasileira de administradores, professores e alunos. Isto é, tem que ter um esforço para um melhoramento contínuo. Para adquirir qualidade tem que haver uma vontade de aperfeiçoamento por parte de todos, professores, administradores e alunos. "Kaizen" é tão fundamental para o sucesso do sistema "enxuto" na educação como o é na fábrica. A contínua formação de todos é importante. O sistema educativo brasileiro é extremamente negligente na preparação do aluno para adquirir conhecimentos eficazmente. Os jovens têm que ficar conscientes da importância da capacitação no uso das ferramentas e artes para aprender melhor: como estudar, planejar o tempo, ler mais rapidamente, usar a língua escrita e falada, se familiarizar com as novas tecnologias - especialmente o computador.

Aperfeiçoamento constante é apenas um dos lados do "kaizen". O outro é a ênfase no processo em vez de resultados. O sistema educativo brasileiro em todos os níveis é falho neste sentido. Vendo este problema de uma perspectiva macro, poderíamos dizer que o jovem brasileiro tem pouco acesso à informação e à cultura em geral. Isto é devido

principalmente à pouca importância dada pela sociedade brasileira, e especialmente pela sua elite educacional, ao desenvolvimento de instituições de aprender, o melhoramento e democratização das bibliotecas, dos museus, orquestras sinfônicas e a promoção de programas culturais pela imprensa eletrônica.

A introdução com mais empenho e seriedade do conceito de "self service" na educação também seria um grande passo para acelerar o processo geral de aprender na sociedade. Uma das mudanças mais significativas na educação nos países do Primeiro Mundo nos últimos anos tem sido a introdução da aprendizagem aberta com os alunos livres para escolherem seus cursos e a forma de adquirirem conhecimentos. Os exemplos mais conhecidos são a Open University do Reino Unido, a Empire State College da Universidade do Estado de Nova Iorque e o Projeto Delta na Europa (Lewis, Goodyear e Boder, 1992). Também, é importante que a infraestrutura que apóia a aquisição de conhecimentos na comunidade seja a mais aberta possível. Hoje, nos países industrializados, as bibliotecas têm os seus acervos totalmente computarizados. Com computadores "self-service" quem procura um livro pode fazer isso sem depender da burocracia.

### **A micro-escola: a alternativa esquecida**

Com as novas tecnologias, e especialmente com o computador, a pequena escola privada, a micro-escola, teve seu potencial incrementado enormemente na última década. Infelizmente, a micro-escola tem muitas das dificuldades que qualquer micro-empresa tem no Brasil: pesados impostos, exageradas exigências burocráticas das autoridades, constantes mudanças nas regras. Mas, a pequena escola privada também tem que lidar com pais e professores que frequentemente têm a idéia de que eles têm o direito de ditar preços e salários à escola, e que a escola não é uma empresa e deve funcionar sem lucros. Num sentido real, a sociedade brasileira persegue a micro-escola privada e impede as suas possibilidades de criar ensino de qualidade.

Os donos das pequenas escolas privadas, apertados pela crise financeira, ultimamente têm demonstrado o desejo de melhorar a qualidade e produtividade de ensino e aprendizagem nas suas instituições e parecem estar "maduros" para a introdução de métodos

"enxutos." Há um grande potencial no Brasil para o crescimento da micro-escola, que poderia até ser uma escola de um professor. Há várias outras alternativas possíveis e todas devem ser examinadas. A escola família poderia voltar a ser viável. Seria administrada pelos pais de uma ou mais famílias. Outros tipos de micro-escolas seriam a escola dentro de uma fábrica ou uma grande firma, uma fazenda, etc. Com as novas tecnologias agora disponíveis a todos, escolas deste tipo poderiam ser tão profissionais e competentes quanto as instituições maiores. O franquiamento que já é usado para redes de escolas de línguas e cursinhos, também poderia ser desenvolvido mais ativamente para escolas em todos os níveis. Poderia até haver escolas "mistas" nas quais uma escola privada poderia receber alunos subsidiados pela municipalidade, que poderia empregar professores das escolas públicas que continuariam recebendo os seus salários do município, talvez com incrementos da escola privada.

## CONCLUSÕES

O sistema "enxuto" é muito mais que um método industrial para produzir melhores e mais baratos artigos de consumo. É uma nova maneira das pessoas trabalharem juntas numa economia de mercado com muito mais eficácia. Representa uma quebra com a metodologia da produção "em massa" que predominou durante a maior parte do século XX e que tem influenciado fortemente a maneira como organizamos o nosso sistema de ensino.

O "enxuto" não é uma idéia exclusivamente japonesa, embora tenha funcionado melhor no Japão, especialmente em certos setores da produção fabril, por causa do ambiente cultural propício daquele país. Isto não quer dizer que este sistema não possa funcionar em outras culturas, ou que não pode ser eficaz em atividades não-industriais como a educação. Mas, muita atenção tem que ser dada à adaptação do sistema e, especialmente, aos obstáculos culturais e à necessidade de driblá-los, da melhor maneira possível.

O conceito de "enxuto" é parte de um movimento bem mais amplo que vai ganhando ímpeto nas últimas duas ou três décadas no mundo todo. É a tendência de horizontalizar e descentralizar o poder e a tomada

de decisões. As companhias estão evitando a verticalização e a centralização. Este movimento já está tendo seu impacto na indústria e comércio no Brasil e, inevitavelmente influenciará a educação. A demora em aceitar e se adaptar a estas novas tendências na educação, atrasará ainda mais a integração do Brasil nas sociedades do Primeiro Mundo. Isto porque o setor produtivo que quer adotar os conceitos "enxutos" tem que ter acesso a uma força de trabalho adequadamente educada.

Um dos aspectos mais importantes entre estas mudanças na área da indústria e comércio no Brasil é a redução do tamanho do corpo de executivos de firmas e dos privilégios daqueles que ficarem. Enquanto este "emagrecimento" do setor intermediário da gerência prossegue, maior importância está sendo dada aos operários de linha com mais treinamento, melhores salários, maiores responsabilidades. Não temos notado ainda nenhum movimento semelhante na área da educação - pública ou privada - embora as escolas privadas comecem a esboçar a possibilidade de um "enxugamento." Este "emagrecimento" terá que acontecer para que o sistema educacional possa ser modernizado e melhorado em termos de qualidade e produtividade. As tomadas de decisões na educação ainda estão altamente centralizadas no Brasil e terá que haver um movimento em direção à descentralização e horizontalização como acontece no campo dos negócios privados.

O acesso direto à informação e a produtos é parte do novo esquema industrial como manifestado no sistema "enxuto". É melhor ilustrado no formato do supermercado e, eventualmente passará a predominar no campo da educação. Este movimento de acesso direto, frequentemente envolve a eliminação ou menor ênfase no pessoal intermediário que pode ser gerente, chefe de seção ou burocrata numa corporação, e também, pode se aplicar a alguns professores ou pessoal administrativo na educação.

É importante que uma organização educacional, que procure melhorar a qualidade do seu trabalho e produto, determine logo de início a sua definição de qualidade (Glasser, 1990; p. 102). Pode começar determinando o que não é qualidade e o que contribui mais para atingir as metas de melhor qualidade e produtividade. Um bom prédio é um fator determinante para melhorar a qualidade e produtividade de ensino numa escola? Pode contribuir neste sentido, mas talvez não seja o fator mais importante para criar qualidade. É suficiente que um professor

tenha boas credenciais e que receba um bom salário para criar um ambiente de qualidade na sua sala de aula? Formação e salário são importantes mas não garantem que o professor seja um líder e um agente motivador na sala de aula. Quais então, são os fatores importantes que conduzem à criação de qualidade? Isto tem que ser decidido por cada escola, cada diretor, cada professor, embora haja alguns parâmetros básicos que devem ser observados. O mais importante é a adoção do pensamento "enxuto" pelo indivíduo e pela organização como um todo. Seria útil para todos voltarem a reexaminar conceitos como "kanban" (puxar vs. empurrar) e "kaizen" (o processo vs o resultado). Também, é importante ficar com a mente aberta, e isto implica em deixar de presumir.

O pensamento "enxuto" no Brasil envolve uma situação peculiarmente paradoxal. Um sistema educacional eficiente só pode ser construído quando a sociedade como um todo acorda para a necessidade de ter este sistema. Mas, uma sociedade só começa a reconhecer problemas deste tipo quando os seus formadores de opinião decidem agir neste sentido. Isto é, os próprios formadores de opinião têm que ser convencidos desta necessidade. Infelizmente, mudanças significativas e uma melhora qualitativa na educação têm sido refreadas, exatamente, por aqueles que deveriam ter mais interesse nestas mudanças: a inteligência e a própria elite educacional. É muito difícil convencer os educadores a apoiar mudanças corajosas como a municipalização, a desburocratização, a descentralização, a desestatização da educação e a adoção de novos sistemas e metodologias. É ainda mais triste o fato de que a maioria dos educadores e líderes comunitários - que reconhecem a necessidade de se ter um bom sistema educacional e têm vontade de se dedicarem militantemente a este fim - tenham o seu pensamento paralisado por ilusões ideológicas. Acreditam que planejamento educacional ainda mais centralizado é necessário, desprezam as opções municipais, privadas e de escolas pequenas e interpretam as propostas para introduzir a metodologia "enxuta" como "desumanização" ou até como "um complô capitalista." Eles não acreditam que a educação deva ser guinada para um novo nível de qualidade mas, ao contrário, pregam que seja ditada por um formato de quantidade. Infelizmente, sua distração ideológica não permite que entendam que é possível ter qualidade e produtividade, como o sistema "enxuto" demonstra. Em resumo, esta distração ideológica no setor mais dinâmico e militante da elite educacional

brasileira está chegando a constituir uma verdadeira tragédia para a sociedade brasileira.

Finalmente, há uma questão que nenhum dos estudos que conhecemos tem considerado. O que acontece na vida particular dos participantes numa empresa "enxuta": gerentes e operários na fábrica ou administradores, professores e alunos na escola? Há mudanças nas suas atitudes fora da empresa? Há uma melhoria na vida familiar? Suspeitamos que o membro de uma equipe "enxuta", depois de alguns anos, se torna um cidadão mais responsável e sensível às coisas ao redor dele. Uma metanóia acontece, uma mudança de mente e, especialmente, de atitude com os seus concidadãos, o ambiente, a sociedade em geral. Se isto é verdade, é um fator sócio-educacional muito importante. Isto é, há uma indicação de que a aquisição do pensamento "enxuto" em si mesmo possa ser um processo educacional muito positivo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Carnegie, A. (1889) *The Gospel of Wealth*.
- Deming, W.Edwards (1992) *Out of the Crisis*, (Cambridge: Massachusetts Institute of Technology, Center for Advanced Engineering Study).
- Frankl, Viktor E. (1963) *Man's Search for Meaning*, Simon & Schuster, New York.
- Freire, Paulo; (1970) *Pedagogy of the Oppressed*, Seabury Press, New York.
- Freire, Paulo; (1973) *Education for Critical Consciousness*, Seabury Press, New York.
- Gargarian, Gregory (1992) *Industrialized Education and Lean Thinking: A Gedanken Experiment*, Cambridge, MA, Draft.
- Glasser, William (1990) *The Quality School*, Harper & Row, N.Y.
- Glasser, William (1986) *Control Theory in the Classroom*, Harper and Row, N.Y.
- Glasser, William (1992) *Escola de Qualidade*, Tradução: Cosete Ramos, MEC.

- Goldratt, Eliyahu M. e Fox, Robert E. (1989) *A Corrida pela Vantagem Competitiva*, IMAM, S.Paulo, Trad. do inglês.
- Goldratt, Eliyahu M. e Fox, Robert E. (1989) *A Meta*, IMAM, S.Paulo, Trad. do inglês.
- Honna, Nobuyuki e Hoffer, Bates (1989) *An English Dictionary of Japanese Ways of Thinking*; Yuhikaku Publishing Co. Ltd., Tokyo.
- Illich, Ivan (1970) *Deschooling Society*, Harper and Row, N.York, 1970.
- Imai, Masaaki (1990) *Kaizen*, IMAM, S.Paulo, 1990.
- Ishihara, Shintaro (1989) *The Japan that Can Say No*.
- Koh, B.C. (1989) *Japan's Administrative Elite*, University of California Press, Berkeley
- Lewis, R.; Goodyear, P.; Boder, A. (1992) Just-in-Time Open Learning, Neurope Lab, International Business Park-Le Forum-Archamps, France, January.
- Moura, Reinaldo (1989) *Kanban- A Simplicidade do Controle da Produção*, Instituto de Movimentação e Armazenagem de Materiais, IMAM, São Paulo.
- Pirsig, Robert M. (1974) *Zen and the Art of Motorcycle Maintenance*; Bantam Books, N.Y.
- Shiroma, Encida Oto (1991) O 'Modelo Japonês' e a Educação do Trabalhador, *Pró-Posições* No.5, p.61-67, Unicamp, Campinas. 1991.
- Simomura, Mitsuko (1990) *World Press Review*, N.York, December, 1990, pp. 30-32.
- Sorman, Guy (1989) *Os Verdadeiros Pensadores de Nosso Tempo*, Imago. Rio de Janeiro. Trad. do francês: *Les vrais penseurs de notre temps*.
- Soto, Hernando de; *The Other Path The Invisible Revolution in the Third World*, Harper & Row, N.Y., 1990; Trad. do espanhol: *El otro sendero*.
- TCQ - Total Quality Control: estratégia e controle de qualidade. São Paulo, IMC Internacional Sistemas Educativos, 1986.
- Toffler, Alvin (1990) *Power Shift; Knowledge, Wealth and Violence at the Edge of the 21st Century*, Bantam Books, N.Y.
- Toffler, Alvin (1971) *Future Shock*, Bantam Books, N.Y..

- Toffler, Alvin (1981) *The Third Wave*, Bantam Books, N.Y.
- Toffler, Alvin e Toffler H. (1992) As Cores da Violência, Folha de S.Paulo, 10 de maio de 1992. Caderno 3, p. 4. Trad. do inglês.
- Valente, José A. (1992) Por quê o Computador na Educação, Unicamp, Campinas, S.P.
- Vianna Moog, Clodomir (1964) *Bandeirantes e pioneiros; paralelo entre duas culturas*. 7a. ed. Editora Civilização Brasileira S.A., Rio de Janeiro.
- Womack, James P.; Jones, Daniel T. e Roos, Daniel (1990) *The Machine that Changed the World*, MacMillan Publishing Co. N.York.



## CAPÍTULO 15

# UMA ABORDAGEM CONSTRUCIONISTA AO DESIGN DE UM AMBIENTE PARA PROGRAMAÇÃO EM LÓGICA

Maria Cecília Calani Baranauskas\*

### INTRODUÇÃO: MOTIVAÇÕES PARA O TRABALHO PROPOSTO

A abordagem construcionista ao *design* de ambientes de aprendizado baseado no computador tem sido aplicada à pesquisa baseada em Logo, dentro do que se convencionou chamar "cultura Logo". O trabalho relatado aqui representa um esforço em direção a estender algumas idéias importantes da proposta construcionista para o domínio de outras linguagens de programação, mantendo a "estética Logo".

A grande contribuição de Logo como linguagem de programação para novatos é o seu subconjunto chamado "Logo Geométrico" ou *Turtle Graphics*. A manipulação do objeto gráfico "tartaruga", capaz de caminhar na tela deixando seu rastro é a principal característica pela qual o poder da linguagem é bem conhecido atualmente.

Ensinar a tartaruga a fazer algo (um quadrado, uma casinha, por exemplo) é uma metáfora para a atividade de programar, no contexto da tartaruga. O programa que a criança desenvolve para "ensinar" a tartaruga é baseado no modelo "procedural" de programação<sup>1</sup>. Representar a solução para um problema, nesse contexto, envolve

---

\*Departamento de Ciência da Computação - IMECC-UNICAMP  
Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

<sup>1</sup>Ver o capítulo 3, "Procedimento, Função, Objeto ou Lógica? Linguagens de Programação vistas pelos seus paradigmas", neste livro.

conhecer *o quê* a tartaruga deveria fazer para produzir uma figura na tela e *como* instruí-la para conseguir o resultado desejado (usando uma abordagem passo a passo, um comando repetitivo, etc.). A tartaruga (e, indiretamente, o computador) é considerada um objeto que obedece ordens. Portanto, o modelo de *como* a máquina (computador) "funciona" é representado pelo papel da tartaruga no ambiente.

Os resultados (traços da tartaruga na tela), produzidos nesse modelo de programação fornecem ao usuário um *feedback* que pode levá-lo a reformular o procedimento "ensinado". A beleza dessa idéia está no fato de que durante o processo de ensinar a tartaruga, a criança pode pensar sobre seu próprio processo de aprender e, sendo consciente disso, atua como uma "epistemóloga" (Papert, 1980). Em minha visão, além das questões teórico-metodológicas que tornam Logo uma linguagem de programação bem sucedida entre usuários não sofisticados, o "poder" da programação da tartaruga no contexto do novato vem do *feedback* gráfico produzido, que alimenta o ciclo no qual o novato se engaja durante a atividade de programar. Segundo essa interpretação, as dificuldades dos usuários Logo com processamento de listas, podem ser explicadas, na maioria das vezes, em função do modelo conceitual da linguagem que o novato constrói, com base nas ações da tartaruga (que refletem o modelo procedural de programação). Quando o modelo de programação muda (para processamento de listas, por exemplo) não há um *feedback* refletindo as entidades subjacentes do novo paradigma, como existe para o paradigma procedural, através do gráfico da tartaruga.

Prolog é outra linguagem de programação que tem atraído a atenção de pesquisadores, para seu uso em contextos educacionais. É a linguagem de programação que melhor exemplifica o paradigma da programação em lógica. De acordo com o modelo de programação proposto por Prolog, o significado de um "programa" não é mais dado por uma sucessão de operações elementares que o computador supostamente realiza. Em Prolog um programa consiste de uma base de conhecimento em um certo domínio e perguntas feitas a essa base de conhecimento. Há uma "máquina de inferência" (invisível ao programador), responsável por encontrar respostas a essas perguntas<sup>2</sup>. A beleza dessa idéia vem do fato de que o programador estabelece somente

---

<sup>2</sup>ver o capítulo3, "Procedimento, Função, Objeto ou Lógica? Linguagens de Programação vistas pelos seus Paradigmas", neste livro.

os fatos relevantes e as regras sobre o domínio do problema e não necessita prescrever as ações que a máquina deve tomar para chegar a uma solução.

Apesar da simplicidade aparente do modelo declarativo de programação, Prolog também tem sua problemática. Várias análises empíricas das dificuldades que novatos têm com Prolog, têm sido realizadas (Scherz, 1989; Fung, 1990; Hook, 1990; Taylor, 1990). Estudos na literatura argumentam que programadores Prolog novatos necessitam de um modelo de execução de Prolog completo e detalhado (Rajan, 1990; Van Someren, 1990). Ferramentas que dão ao estudante acesso aos detalhes do comportamento da máquina notacional Prolog são considerados essenciais e mesmo mais importantes para o aprendizado de Prolog do que para o aprendizado de outras linguagens (Van Someren, 1990).

Minha proposta para lidar com as dificuldades do novato no ambiente Prolog é baseada na idéia de enriquecer o tipo de *feedback* fornecido pelo ambiente de programação quando uma pergunta é respondida pela máquina. Isto representa a metáfora da visibilidade, que se tem no gráfico da tartaruga transposto para o contexto de Prolog. Assim, em vez de ter somente um "sim/não" ou um valor associado a uma variável como resposta a uma pergunta, o novato pode investigar, por meio de um formalismo gráfico, *por quê* e *como* a máquina de inferência chegou a uma dada resposta.

Este artigo propõe um conjunto de ferramentas para constituir um ambiente de programação Prolog, para novatos. O *design* das ferramentas pressupõe um ambiente de aprendizado no qual o conhecimento é construído pelo próprio sujeito, através de sua interação com objetos do meio computacional. O objetivo do conjunto de ferramentas é tornar explícito o paradigma de programação subjacente, enriquecendo o tipo de *feedback* fornecido pelo ambiente Prolog. Um formalismo gráfico é usado para representar o conhecimento envolvido em programação Prolog em seus aspectos operacional e declarativo.

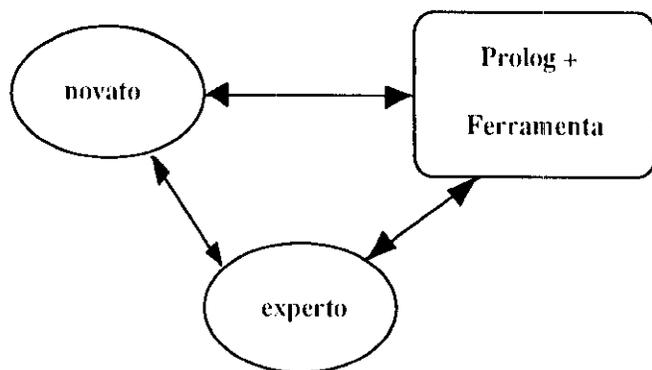
## UM AMBIENTE DE APRENDIZADO CONSTRUCIONISTA PARA PROGRAMAÇÃO EM LÓGICA

No cenário proposto, o novato interage em um ambiente composto do sistema da linguagem (interpretador Prolog), acrescido das ferramentas propostas. Existe a presença (não necessariamente durante todo o tempo) de um experto (no sentido de mais experiente) que conhece o ambiente e pode facilitar a interação do novato. A base teórica para esse ambiente de aprendizado tem raízes no construtivismo de Piaget (Piaget, 1977), no construcionismo de Papert (Papert, 1986; Papert, 1987) e na teoria de Vygotsky sobre a influência da linguagem no processo de aprendizagem (Vygotsky, 1962). A construção de uma nova concepção de "ambiente de aprendizado baseado no computador", a partir da contribuição de cada um desses teóricos é feita por Valente, no capítulo 2 deste livro<sup>3</sup> e, portanto não será retomada neste artigo.

Minha proposta de ambiente de aprendizado "construcionista" integra basicamente duas perspectivas: a aquisição de conhecimento se dá a partir da ação do sujeito no ambiente e esse diálogo é mediado pelo paradigma de programação implícito na linguagem. O sujeito de minha pesquisa interage num ambiente computacional constituído do interpretador Prolog acrescido das ferramentas, para construir o conhecimento de seu interlocutor com a máquina (linguagem de programação). Essa interação é facilitada/influenciada por um experto (que pode ser o professor, um colega mais informado, um monitor, um observador participante, por exemplo): o mediador no sentido usado por Vygotsky. A figura 1, adaptada de Valente (1991) ilustra o cenário proposto.

---

<sup>3</sup> Ver o capítulo 2, "Por quê o computador na Educação", neste livro.



**Figura 1 Diagrama funcional do cenário proposto**

O paradigma da aquisição de conhecimento pela sua transmissão direta é substituído no construcionismo pela construção de artefatos que possibilitem que o sujeito aprenda. Este trabalho propõe objetos da mídia computacional (as ferramentas) para enriquecer o ambiente onde o sujeito atua. A influência de Vygotsky é refletida em minha consideração da influência do paradigma da linguagem de programação intermediando e influenciando o processo de comunicação novato-ambiente, e na presença do experto no cenário que deve atuar segundo o modelo ZPD de Vygotsky (1978).

O ambiente constituído pelas ferramentas representa, portanto, uma proposta construcionista para o trabalho do novato em programação Prolog. Isso envolve aprender *sobre* e aprender *com* uma linguagem de programação baseada no paradigma da lógica, a partir da interação do próprio sujeito com os elementos do ambiente computacional. No modelo proposto, o computador não é considerado apenas em seu aspecto "amplificador" do conhecimento, mas como uma "ferramenta cognitiva". Através dos elementos do meio computacional, o sujeito participa de um ciclo de ações realimentado por um *feedback*. O sujeito programa (modela o objeto) e, com base no *feedback* gerado, reflete e "depura" seu modelo. A presença do computador no "mundo" do sujeito, portanto, altera a dinâmica das ações do sujeito sobre o objeto.

## PROGRAMAÇÃO COMO ATIVIDADE CÍCLICA: A IMPORTÂNCIA DO FEEDBACK

A visão da atividade de programar, que é subjacente às ferramentas propostas e seu uso pelo novato, é um processo cíclico. Durante esse processo, o sujeito constrói uma base de dados (programa), a partir de hipóteses prévias (sobre o domínio do problema, sobre o ambiente, sobre a linguagem) e a questiona (interroga). A partir da execução da base de dados pela máquina, pode haver um *feedback* que leve o novato a uma reflexão e reformulação de seu conjunto de hipóteses, continuando o ciclo de programação. A figura 2, extraída de Baranauskas (1993a) representa as ações do sujeito no cenário.

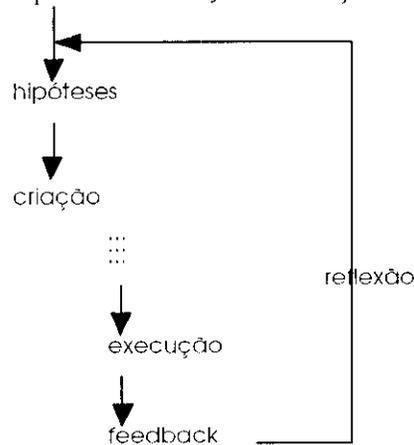


Figura 2. Representação da atividade de programar do novato

Podemos explicar, do ponto de vista psicológico, a efetividade do ciclo em que o novato se engaja, citando, no trabalho de Ackermann (1987), a importância do *feedback* no processo geral de aquisição do conhecimento:

*"... Aprendizado ocorre, na maioria das vezes, através de exploração e confronto de teorias correntes de uma ou outra forma. Pode-se dizer que crescimento requer feedback, e feedback requer engajamento e ação. Assim, ambos ação e avaliação dos efeitos de uma ação são essenciais ao aprendizado". (Ackermann, 1987, p.1)*

Adotada essa abordagem, criação e depuração de programas são indissociáveis e fazem parte do processo durante o qual o conhecimento é construído. Tal conhecimento refere-se não somente ao domínio em

questão (problema sendo resolvido), mas também refere-se ao conhecimento do interlocutor (ambiente de programação) e, num nível meta-cognitivo, refere-se ao próprio processo de "conhecer". Portanto, a atividade de programar do novato é um processo incremental que envolve o ciclo realimentado por respostas fornecidas pelo ambiente. Dessa maneira, o ambiente de programação deve fornecer ao usuário *feedback* que possibilite a ele revisar seu conjunto de hipóteses e continuar o ciclo de programação. A principal meta das ferramentas propostas é enriquecer as respostas do ambiente, com base nas semânticas operacional e declarativa de Prolog, considerando a natureza do *feedback*.

## AS FERRAMENTAS PROPOSTAS PARA O AMBIENTE PROLOG

De acordo com os aspectos discutidos anteriormente, o ambiente de programação deve favorecer o engajamento do novato com os elementos do paradigma subjacente à linguagem. Considerando o contexto de Prolog, isso significa tornar acessível ao novato, ambas as semânticas (declarativa e operacional) da linguagem.

Os aspectos básicos que orientaram o design das ferramentas foram a metáfora da visibilidade, a multiplicidade de representações para o conhecimento implícito no programa e o uso de um formalismo gráfico para representar ambos: o programa e a máquina de inferência em ação. Visibilidade não significa somente mostrar a máquina de inferência em ação, mas também mostrar o conhecimento expresso pelo programa de forma independente de seu uso pela máquina. A multiplicidade de representações objetiva fornecer ao novato maneiras alternativas de olhar para o problema. O formalismo gráfico na resolução de problemas já mostrou sua efetividade em vários domínios e, particularmente no contexto computacional, como discutido anteriormente, Logo é um bom exemplo da efetividade de uso de formalismos visuais na atividade de programar.

O conjunto de ferramentas constitui um Módulo Declarativo e um Módulo Operacional (Baranauskas, 1991b). O Módulo Declarativo lida com uma representação gráfica do conhecimento expresso na base de dados, de maneira independente de como essa base de dados é entendida

pela máquina de inferência. A abordagem aos aspectos operacionais envolvidos em programação Prolog envolve representar graficamente a máquina de inferência em ação durante o processo de buscar uma resposta a uma pergunta do sujeito. O modelo de representação usado pelo Módulo Operacional baseia-se na construção da árvore de prova para a meta. O modelo de representação utilizado no Módulo Declarativo baseia-se em diagramas de redes semânticas.

### Criando uma Base de Dados

Para criar uma base de dados, o sujeito usa um editor simplificado, chamado "Editor Semântico". Com esta ferramenta ele tem acesso à representação em diagrama semântico de sua base de dados ao nível de cláusula. Através dela o novato pode ter um *feedback* do "significado" de sua sentença, com base nos conceitos de "objetos" e "relações". Esta ferramenta dá suporte ao novato enquanto ele está criando sua base de dados, tornando explícitas as inter-relações entre objetos de uma proposição. A figura 3 mostra um exemplo da representação visual para a sentença "joão gosta de X se X gosta de vinho e X é uma mulher", que é representada na forma clausal por "gosta(joao,X):-gosta(X,vinho),mulher(X).

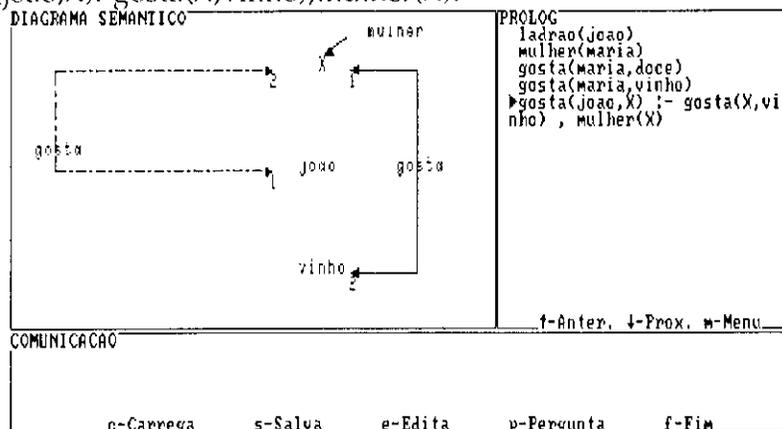


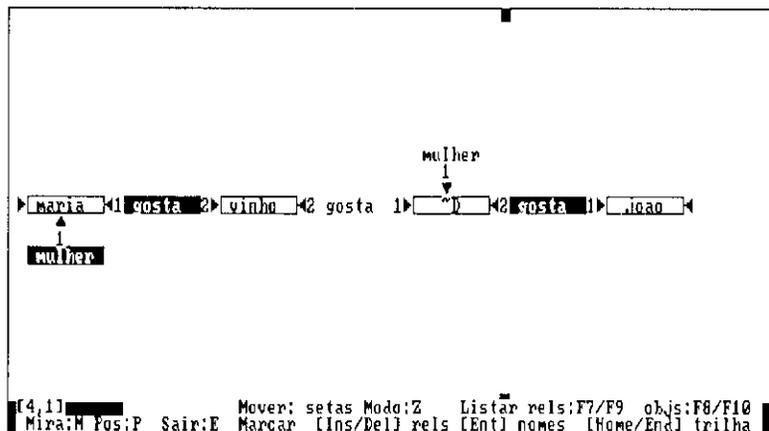
Figura 3.

Uma tela do Editor Semântico, com 3 janelas: uma para a base de dados escrita na sintaxe Prolog (acima à direita), uma para a representação visual da cláusula selecionada (acima à esquerda) e uma para comunicação usuário/sistema (abaixo).

O diagrama mostra os objetos envolvidos na regra, X, joao e vinho dispostos verticalmente no centro da região de tela reservada para o desenho do diagrama semântico. O predicado da parte consequente da regra (gosta) é representado mais à esquerda dos objetos. Setas pontilhadas associam o predicado a seus argumentos, com numeração correspondendo à ordem dos argumentos no predicado. Os predicados da parte antecedente da regra (gosta e mulher) são diferenciados do predicado da parte consequente por usarem setas contínuas e serem dispostos mais à direita no diagrama.

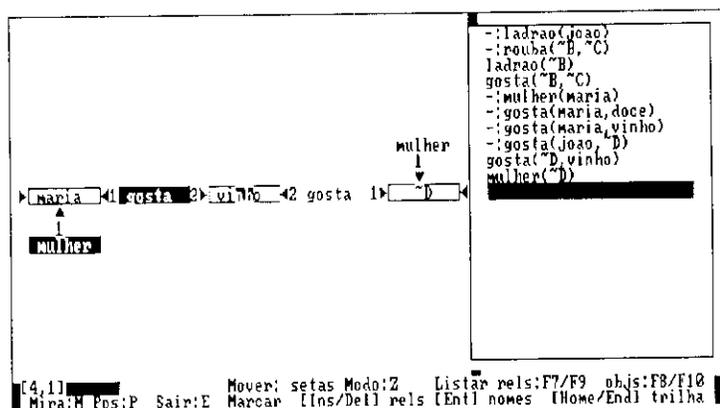
## Investigando uma Base de Dados

Ao nível de base de dados, o sistema fornece uma representação das cláusulas que constituem a base de dados do usuário. Neste nível, o modelo de representação torna explícitas as inter-relações entre cláusulas que se referem aos mesmos objetos. Com essa ferramenta, o usuário pode localizar objetos ou relações que ele/ela quer investigar. Sem depender do conhecimento do processo de execução, associações que estão implícitas na base de dados podem ser examinadas através da representação no diagrama. Como ilustrado na figura 4a, o sujeito pode observar que existe um "caminho" conectando os objetos joao e maria, por exemplo.



**Figura4a.**  
**Representação em Diagrama Semântico de parte da Base de Dados**

As relações são representadas em vídeo-reverso (preto nessa figura), a menos que representem a parte antecedente de uma regra. Os números indicam a ordem dos objetos na relação. Uma outra janela pode ser acionada para listar as relações ou objetos presentes na base de dados, como ilustra a figura 4b.



**Figura 4b.**  
**Representação em Diagrama Semântico com Listagem de Relações da Base de Dados.**

Através da janela que lista objetos e/ou relações, o usuário pode localizar, marcar e selecionar partes do diagrama para serem mostrados (figura 4c). Os diagramas podem ser reduzidos, ampliados, movidos para visualização do todo ou de partes da representação.

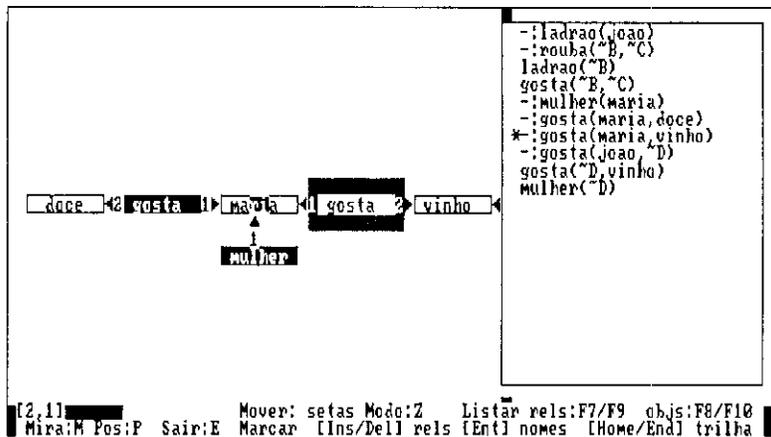


Figura 4c.  
Diagrama Semântico com relação *gosta(maria,vinho)* marcada.

## Investigando Inferências na Base de Dados

A busca do entendimento de um programa Prolog, na tentativa de antecipar ou entender a resposta a uma dada pergunta, pode ser feita através de uma análise sistemática do fluxo de execução do programa (simulando o que a máquina virtual da linguagem faria) ou pode ser feita por uma leitura baseada em uma meta-análise do programa. A meta-análise é considerada uma estratégia poderosa para o entendimento de programas (Hook, 1990) e é usada com propriedade pelo *expert* como complemento à análise sistemática da execução.

As ferramentas propostas possibilitam ao novato investigar o programa através dos dois tipos de análise: a análise sistemática do fluxo de execução, através do Módulo Operacional e a meta-análise através do Módulo Declarativo.

### Meta-análise

Meta-análise é uma análise do programa baseada em outros fatores que não envolvem o exame sistemático de sua execução pela máquina. Um exemplo de meta-análise é a leitura "ajudada" pelo

significado contextual da base de dados. A representação em diagrama semântico possibilita ao sujeito fazer uma meta-análise da base de dados, enquanto explicita a êle/ela as relações entre os elementos da base de dados (ou relações que podem ser inferidas da base de dados), sem referência ao conhecimento dos mecanismos de execução de Prolog.

Ao nível de inferência, a ferramenta mostra a representação em diagrama semântico de sentenças inferidas durante a busca de Prolog para resposta a uma pergunta do usuário. Assim, o usuário pode visualizar fatos implicados por sua base de dados, como por exemplo, "joão gosta de maria", que combinados a outros fatos na base de dados levam à resposta. A figura 5 mostra o diagrama representando a solução para a pergunta "Quem rouba o quê" ou "rouba(X,Y)", no formalismo clausal.

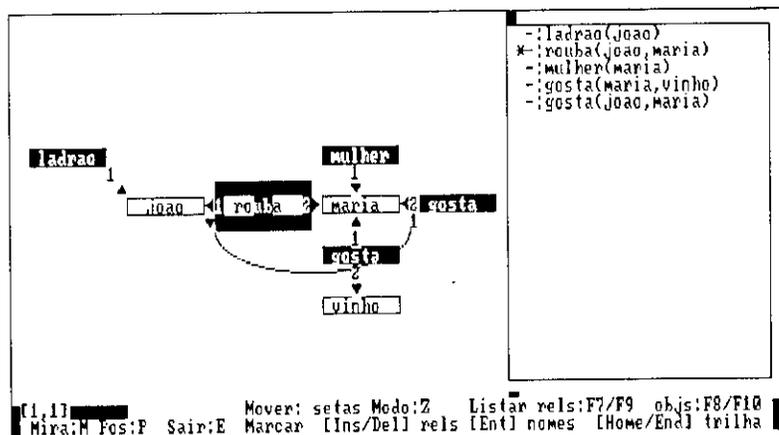


Figura 5.  
Representação em diagrama semântico da base de dados ao nível de inferência.

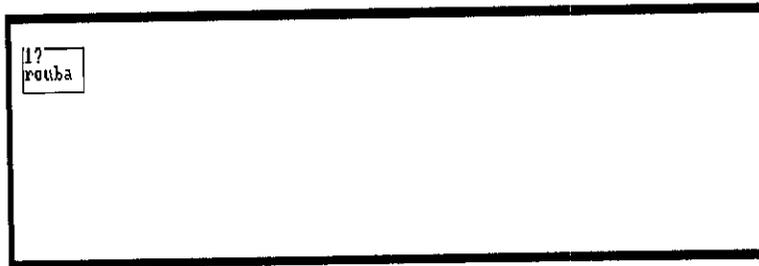
O diagrama semântico da figura 5 mostra que "joão rouba maria", e todos os fatos relacionados a essa conclusão, como por exemplo: "joão gosta de maria", "maria gosta de vinho", "maria é mulher", "joão é ladrão", independentemente do conhecimento da máquina de inferência Prolog.

## Análise de Fluxo de Controle

Existem situações nas quais a meta-análise não é suficiente para o entendimento do novato de porquê a máquina respondeu de determinada maneira (por exemplo, casos em que a ordem de sub-metas na regra muda um resultado). Para lidar com essas situações as ferramentas do Módulo Operacional possibilitam ao sujeito, fazer uma análise sistemática do fluxo de execução de seu programa. O objetivo das ferramentas neste módulo é ajudar o usuário a construir o modelo conceitual da máquina de inferência de Prolog. Nossa abordagem envolve mostrar o processo de execução através da construção passo a passo da árvore de busca para a meta em questão. Considerando a mesma base de dados dos exemplos anteriores (apresentada a seguir), a seqüência de figuras 6, gerada pelo Módulo Operacional, mostra parte do processo de construção da árvore de busca para a meta rouba(A,B).

```
mulher(maria).  
ladrao(joao).  
gosta(maria,doce).  
gosta(maria,vinho).  
gosta(joao,X):-gosta(X,vinho),mulher(X).  
rouba(X,Y):-ladrao(X),gosta(X,Y).
```

A figura 6a mostra o primeiro passo do processo de Prolog satisfazer a meta rouba(A,B). Foi aplicada a primeira regra para rouba: rouba(A,B):-ladrao(A),gosta(A,B).



```
Regra: 1 --> rouba(A,B) :- ladrao(A),gosta(A,B)  
Meta: ladrao(A),gosta(A,B)
```

**Figura 6a.**  
**Regra 1 está sendo aplicada no primeiro momento do processo de resolver a meta.**

A figura 6b mostra um momento durante o processo, onde a meta ladrao(A) já foi resolvida (nó 2) e A foi associado a joao. O próximo passo envolve buscar a resposta a gosta(joao,B) (nó 3).

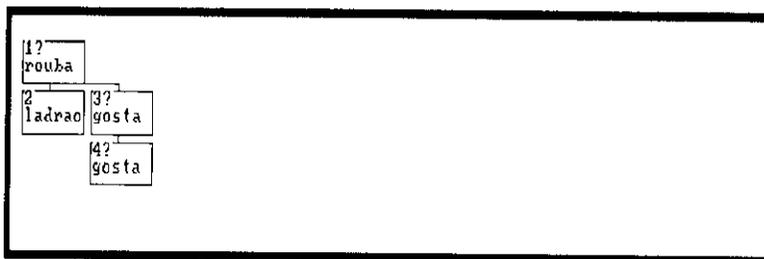


Regra: 1 --> rouba(joao,B) :- ladrao(joao) , gosta(joao,B)  
 Meta: gosta(joao,B)

Figura 6b.

Momento durante o processo quando gosta(joao,B) é a nova meta (nó 3).

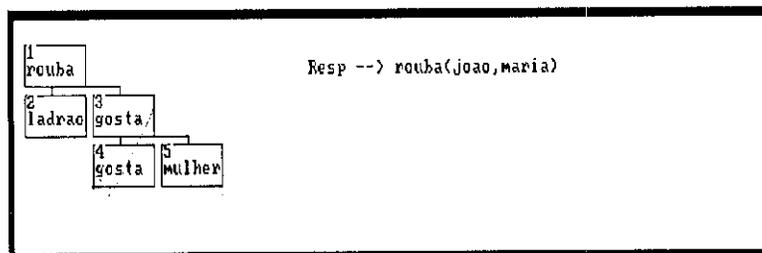
A figura 6c mostra que a regra 3 de gosta está sendo aplicada  $gosta(joao,B):- gosta(B,vinho), mulher(B)$ , na tentativa de responder à meta  $gosta(joao,B)$  (nó 3). O que, por sua vez, é necessário para a resposta à meta  $rouba(joao,B)$  (nó 1).



Regra: 3 --> gosta(joao,B) :- gosta(B,vinho) , mulher(B)  
 Meta: gosta(B,vinho)

Figura 6c. Momento durante o processo quando a regra 3 está sendo aplicada à meta  $gosta(joao,B)$ .

A figura 6d mostra o último passo do processo, depois de resolvida a sub-meta gosta(B,vinho) (nó 4), onde B foi associada a maria, e resolvida a sub-meta mulher(B) (nó 5).



Regra: 1 --> mulher(maria) :- true  
 Meta: true

**Figura 6d.**

**Momento final no processo, quando meta e sub-metas são resolvidas e existe uma resposta rouba(joao,maria)**

Trabalhando com esta ferramenta, o usuário tem acesso aos elementos necessários ao entendimento de *como* a máquina Prolog está usando sua base de dados para encontrar respostas para suas perguntas. O sujeito pode observar o casamento de metas na base de dados, a associação de valores a variáveis, metas que falharam, metas que sucederam e a árvore de prova.

## **ANÁLISE DA INTERAÇÃO DO NOVATO NO AMBIENTE PROPOSTO**

Um estudo experimental da interação de duas categorias de novatos no cenário construcionista proposto, foi realizado (Baranauskas, 1993a). Participaram do estudo novatos introduzidos ao formalismo do computador através do ambiente proposto (categoria-1) e novatos com boa experiência no paradigma procedural de programação (categoria-2). O objetivo dessa investigação era observar como o modelo conceitual da linguagem (entendido tanto por seu aspecto operacional quanto pelo

aspecto declarativo) é construído pelo sujeito nesse ambiente e qual o papel das ferramentas nesse processo.

Os resultados observados, apresentados em Baranauskas (1993a; 1993b), mostram que ambos os novatos têm um modelo conceitual da máquina virtual. Tais modelos guiam suas interpretações do programa Prolog e do comportamento da máquina de inferência. Seus "bugs" durante o processo podem ser interpretados como resultando de seus modelos correntes, que evoluem à medida em que eles interagem no ambiente. O tipo de *feedback* criado pelas ferramentas provocou mudanças na perspectiva do estudante em relação ao conhecimento sendo representado (programa) e ao interlocutor no processo (máquina virtual), que o levou à construção do modelo conceitual da linguagem.

Para o novato da categoria-1, em sua fase inicial do processo de aquisição da linguagem de programação (no caso, Prolog), mais importante do que o entendimento da máquina virtual da linguagem é a compreensão do formalismo clausal para expressão do conjunto de proposições que constitui seu programa. Nesse sentido, as ferramentas do Módulo Declarativo responderam melhor às necessidades desse novato, refletindo, por exemplo, situações de "inconsistência" em sua base de dados. Conforme resultados apresentados em Baranauskas (1993a) apontaram, o conhecimento operacional começou a fazer sentido para o novato da categoria-1, a partir de um entendimento da semântica declarativa da base de dados.

O *feedback* operacional foi importante para o novato da categoria-1, num segundo momento de seu processo de aquisição da linguagem, depois que ele já conseguia fazer a meta-análise do programa, pois apresentava o programa sob a perspectiva da máquina virtual. Foi durante essa interação que ele começou a relacionar o conhecimento declarativo (a partir da meta-análise que ele faz do problema), ao conhecimento operacional de como a máquina atua sobre sua base de dados (que ele vê no processo de inferência).

O processo de aquisição da nova linguagem (Prolog) pelo novato da categoria-2 mostrou-se fortemente influenciado pelos elementos do paradigma procedural de programação. Num primeiro momento, esses elementos constituem a base de seu modelo conceitual inicial de linguagem e é esse modelo que esse novato usa para captar o novo

conhecimento. A partir do uso das ferramentas, especialmente as do Módulo Operacional, o sujeito começou a reconhecer os elementos da máquina virtual da nova linguagem. Num segundo momento, a linguagem passou a ser vista como um novo "meio" para a representação da solução de problemas. Isso exigiu dele uma nova maneira de "pensar" sobre a representação da solução de problemas. Conceitos de programação já conhecidos anteriormente, como por exemplo o conceito de recursão, foi reconstruído no novo "meio".

Ao contrário da idéia de *tabula rasa*, o novato em determinada linguagem de programação traz para o ambiente de aprendizado elementos de sua experiência anterior (não necessariamente com computadores), que interferem no seu entendimento da máquina virtual da linguagem em questão. Enquanto esse modelo inicial da linguagem é fortemente influenciado pelo discurso da linguagem natural, no caso do novato da categoria-1, no caso do novato da categoria-2 esse modelo inicial é fortemente influenciado pelo formalismo de outras linguagens de programação.

A construção do conhecimento da nova linguagem é consequência de uma evolução nos seus modelos conceituais e se dá a medida em que o novato se engaja no ciclo hipótese-criação-execução-feedback. As ferramentas propostas atuaram de maneira a enriquecer o *feedback* do ambiente e possibilitar ao sujeito uma mudança de perspectiva em sua maneira de "enxergar" o conhecimento sendo representado (programa) e seu interlocutor (máquina virtual).

## DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

A criação de ferramentas computacionais para constituir um ambiente de programação para novatos está centrado em dois aspectos básicos: primeiro, o sujeito para quem a ferramenta é projetada (o novato) sugere que o ambiente de programação deva ser um "ambiente de aprendizado". Nesse sentido, programar significa mais que representar uma solução bem conhecida para um problema numa dada linguagem. Conhecimento do domínio do problema e conhecimento da linguagem usada para representar a solução para o problema estão sendo, ambos, construídos durante a interação do sujeito no ambiente. Segundo, um

ambiente de programação deve refletir para o usuário o paradigma de programação subjacente. No caso de Prolog isso implica lidar não somente com os aspectos operacionais da linguagem, mas também com seus aspectos declarativos.

Algumas ferramentas significativas foram desenvolvidas para lidar com os aspectos operacionais de Prolog, propondo modelos de como o interpretador obtém uma resposta a uma certa pergunta (Rajan, 1986; Dewar, 1986; Plummer, 1988; Eisenstadt, 1988). Embora consideradas essenciais, essas ferramentas tratam somente dos aspectos operacionais da linguagem e são usadas para assistir o estudante em situações convencionais de instrução Prolog.

Em minha proposta de um ambiente de aprendizado construcionista, o novato interage estritamente dentro do ambiente mencionado (não há a situação convencional de instrução Prolog). Como resultado, o ambiente de programação tem um papel importante desde o início do processo de aquisição da linguagem. Tal proposta engloba os seguintes aspectos: ela pressupõe que a aquisição de conhecimento acontece durante a ação do sujeito no ambiente e que esse diálogo novato-ambiente é mediado pelo paradigma implícito na linguagem. A idéia subjacente é que o aprendiz é o agente em seu processo de aprendizado e a assimilação de conceitos acontece de acordo com seus esquemas mentais, em vez de instruções ou intervenções "inteligentes" elaboradas *a priori*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ackermann, E. K. (1987). Pathways into a child's mind: helping children become epistemologists. In P. Helthe & L. Marquardt, (Eds.) *Symposium Proceedings Science Learning in the Informal Setting*, Chicago Ac. of Science, Chicago, 1977 p. 7-19.
- Baranauskas, M. C. C. (1991a). Procedure, Function, Object or Logic? *Proceedings of the Eight International Conference on Technology and Education*, Toronto, Ontario, pp. 730-731.

- Baranauskas, M. C. C. (1991b). Creating a computer-based learning environment to help novices to develop Prolog programs. *Proceedings of the Sixth International PEG Conference*. Rapallo, Italy, pp. 92-98.
- Baranauskas, M. C. C. (1993a). Criação de Ferramentas para o Ambiente Prolog e o Acesso de Novatos ao Paradigma da Programação em Lógica. Tese de Doutorado, Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas.
- Baranauskas, M. C. C. (1993b). Observational Studies about Novices Interaction in a Prolog Environment Based on Tools. *Proceedings of the Seventh International PEG Conference*, Edinburgh, UK.
- Dewar, A. D. e Cleary, J. G. (1986). Graphical display of complex information within a Prolog debugger. *International Journal of Man Machine Studies*, 25, 503-511.
- Eisenstadt, M. e Brayshaw, M. (1988). The Transparent Prolog Machine (TPM): an execution model and graphical debugger for logic programming. *The Journal of Logic Programming*, 5, 277-342.
- Fung, P., Brayshaw, M., Du Boulay, B. e Elsom-Cook, M. (1990). Towards a taxonomy of novices' misconceptions of the Prolog interpreter. *Instructional Science*, 19:311-336.
- Hook, K., Taylor, J. e Du Boulay, B. (1990). Redo "try once and pass": the influence of complexity and graphical notation on novices' understanding of Prolog. *Instructional Science*, 19:337-360.
- Johanson, R. P. (1988). Computers, Cognition and Curriculum: Retrospect and Prospect. *Journal of Educational Computing Research*, 4(1), 1-30.
- Mendelsohn, P., Green, T.R.G., e Brna, P. (1990). Programming Languages in Education. *Document TECFA 90-8*, Université de Geneve.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, computers and powerful ideas*. New York: Basic Books.
- Papert, S. (1986). Constructionism: A new opportunity for elementary science education. (A proposal to the National Science Foundation). Cambridge, MA: MIT Technology Laboratory.

- Papert, S. (1987). A Critique of Technocentrism in Thinking about the School of the Future. Conference presented at Children in an Information Age: Opportunities for Creativity, Innovation & New Activities, Sofia, Bulgaria.
- Piaget, J. (1977). A teoria de Piaget. In P. Mussen and S. Pfromm Netto (Eds.). *Manual de Psicologia da Criança*, (translated to portuguese from Carmichael's Manual of Child Psychology), S.P.:EDUSP, pp. 72-117.
- Plummer, D. (1988). Coda: an extended debugger for Prolog. In D. Plummer (Ed.) *Logic Programming: Proceeding of the Fifth International Conference and Symposium*, pp 496-511, Cambridge, MA: MIT Press.
- Rajan, T. (1986). APT: A principled design for an animated view of program execution for novice programmers. *Technical report 19*, Human Cognition Research Laboratory, The Open University.
- Rajan, T. (1990). Principles for the Design of dynamic tracing environments for novice programmers. *Instructional Science*, 19(4/5), 377-406.
- Scherz, Z., Goldberg, D. e Fund, Z. (1989). Cognitive Implications of Prolog Learning. Mistakes and Misconceptions, *Journal of Educational Computing Research*.
- Taylor, J. (1990). Analysing novices analysing Prolog: what stories do novices tell themselves about Prolog? *Instructional Science*, 19:283-309.
- Van Someren, M. W. (1990). What's wrong? Understanding beginners' problems with Prolog. *Instructional Science*, 19:257-282.
- Valente, J. A. (1991). O Computador no Processo de Construção do Conhecimento e da Inteligência. Conferência apresentada no III Congresso Brasileiro Logo. Universidade Católica de Petrópolis, Petrópolis.
- Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and language*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in Society*. M. Cole et al ed. Harvard University Press, Cambridge Massachussetts.

## CAPITULO 16

# REPRESENTAÇÕES COMPUTACIONAIS AUXILIARES AO ENTENDIMENTO DE CONCEITOS DE PROGRAMAÇÃO

Heloísa Vieira da Rocha\*

### INTRODUÇÃO

No aprendizado de programação existem conceitos difíceis de serem assimilados, como iteração, recursão, passagem de parametros, etc..

Reconhecendo-se esta dificuldade faz-se uma análise de como é feito o ensino convencional de programação e como as pessoas entendem os conceitos de programação. Desta análise pode-se concluir que o entendimento é falho, mesmo quando se considera pessoas especialistas em computação.

Usando-se como escopo teórico a teoria sobre modelos mentais, foi desenvolvido um sistema de representações computacionais dinâmicas objetivando facilitar o entendimento dos principais conceitos envolvidos no aprendizado de programação.

Neste trabalho é descrita a problemática do ensino convencional de programação; a teoria sobre modelos mentais e a sua relação com o domínio de programação; são apresentadas as características básicas do sistema implementado e os principais resultados do uso experimental deste sistema.

---

\*Departamento de Ciência da Computação - IMECC - UNICAMP  
Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

## O ENSINO CONVENCIONAL DE PROGRAMAÇÃO

O ensino de programação tem sido uma área muito bem estabelecida, determinado por um paradigma denominado **programação estruturada**, aliado ao uso de linguagens imperativas ou procedurais. De acordo com este paradigma o desenvolvimento de um programa segue um planejamento dirigido do problema para a produção de um programa, estabelecendo uma estrutura fechada de desenvolvimento que compreende os seguintes passos:

**Especificar:** elaborar um plano detalhado, ou algoritmo, que deverá ser implementado.

**Codificar:** mapear o plano obtido dentro de construções de uma linguagem de programação.

**Depurar:** corrigir o programa obtido.

Os cursos de programação enfatizam a necessidade de seguir esta sequência de passos para obter um programa. A abordagem está também amarrada às linguagens de programação utilizadas que forçam a estruturação do programa como, por exemplo, a linguagem Pascal.

O passo principal, nesta abordagem, é a elaboração do algoritmo, e nos cursos de uma maneira geral, é passada a idéia de que **aprender a programar significa aprender a elaborar algoritmos**.

Dentro do âmbito da universidade, têm sido oferecidos cursos introdutórios de programação a praticamente todas as carreiras. Existe uma evidente necessidade e interesse em computação. Entretanto os cursos introdutórios de programação, oferecidos para alunos das áreas de exatas e humanas, iniciam suas turmas com uma média de 60 alunos e em poucos meses estão com 20. Obtem-se portanto uma média de 60% de desistência, sugerindo pouco interesse por esta disciplina, o que sem dúvida é uma contradição.

Estamos tendo um fracasso no ensino de programação. Para as pessoas que não questionam a maneira de ensinar, resta a conclusão mais confortável de que infelizmente **programação não é para todos**. Mas, para uma razoável comunidade científica, surgem questionamentos sobre

como ensinar programação. São pesquisadores preocupados em entender o processo de aprender a programar, detectando falhas e dificuldades deste aprendizado e sugerindo alternativas, de modo a facilitar o aprendizado de programação.

Um dos principais questionamentos é sobre o paradigma da programação estruturada. Será que ele não está sendo uma "camisa de força", criando obstáculos ao aprendizado de programação? Como consequência, será que as linguagens utilizadas nos cursos iniciais são as mais adequadas? Não se questiona a validade da programação estruturada, mas sim se ela é a melhor maneira de aprender a programar.

Existem linguagens de programação que possuem características projetadas para facilitar o aprendizado de programação.

Um exemplo é o subconjunto gráfico da linguagem Logo que controla a Tartaruga, onde através de um pequeno número de ações bem definidas e claras, resultados interessantes são obtidos rapidamente por principiantes escrevendo programas simples. Com um conjunto de dez instruções mais a estrutura de procedimentos, é possível um ambiente onde efeitos gratificantes são obtidos nos primeiros contatos com o computador e neste ambiente **todas as pessoas programam**.

Mas, seria ingênuo afirmar que para ensinar/aprender programação basta uma linguagem facilitadora, pois muitos conceitos precisam ser amplamente entendidos para poderem ser utilizados corretamente. Por exemplo, do trabalho com Logo observa-se que as pessoas utilizam procedimentos com parâmetros e não conseguem trabalhar com variáveis dentro de uma atribuição. Apesar de utilizarem variáveis como parâmetros, não possuem a conceituação do que é uma variável numa linguagem de programação, para que possam generalizar sua utilização. Quanto à estrutura de procedimento e sub-procedimento, verifica-se que as pessoas utilizam a estrutura mas perdem-se ao tentar acompanhar o fluxo de execução de um programa. Fica claro que a simples utilização não implica no entendimento do conceito. Se não for observado este aspecto o quanto antes, não se obtém progresso em programação de modo a desenvolver atividades mais sofisticadas que envolvam amplamente estes conceitos computacionais.

As falhas de conceituação, no trabalho com Logo, são sentidas ao se avançar da parte gráfica para a parte de manipulação simbólica. Ocorrem sérias barreiras, pois o nível de abstração e a complexidade das ações crescem consideravelmente. Além disso, muda-se o paradigma de programação, do procedural para o funcional. Não é mais possível acompanhar a execução do programa o que de alguma forma é conseguido na parte gráfica, pois através da execução de programas que fazem desenhos fica espelhado o comportamento do programa passo-a-passo. Já no processamento simbólico, o que se obtém é simplesmente o resultado, na forma de listas, sentenças, palavras ou números. Torna-se difícil entender como o computador chegou ao resultado, ou não, pois não existem mais maneiras diretas de acompanhar a execução do programa.

Qual a dificuldade no entendimento destes conceitos de programação?

Estes conceitos estão diretamente relacionados ao funcionamento do computador, que no caso é definido pela linguagem, e portanto não é visível. Neste aspecto o computador é uma máquina extremamente opaca, pois se abrirmos um computador e observarmos o que acontece quando um programa está sendo executado, não vamos ver absolutamente nada. A maneira que temos de tentar explicar é através de representações, que de alguma forma espelhem o funcionamento. Permitindo-se esta "visibilidade" do processo de execução, o usuário obtém um melhor "feedback" de sua interação, o que poderá auxiliar no processo evolutivo de construção de seu modelo mental do funcionamento do computador.

## MODELOS MENTAIS

*" O saber de Jack sobre A nada mais é além de modelos mentais .... que Jack pode utilizar para responder perguntas sobre A" (Minsky, 1985, pg.303)*

As pessoas quando interagem com o ambiente, com outras pessoas e com artefatos da tecnologia formam um modelo mental de si próprias, das pessoas e das coisas com as quais estão interagindo. Estes modelos provêm poder de entendimento, capacitando as pessoas a

predizer e explicar aspectos da interação. Ao mesmo tempo estes modelos são modificados pela própria interação.

Para principiantes em programação o computador não existe a nível de sistemas binários, portas, processador central e outras unidades básicas. O computador é uma máquina definida em função das construções da linguagem de programação que estão aprendendo. Neste sentido, podemos afirmar que se o principiante inicia programação através da linguagem Logo, o computador para ele vai ser uma máquina Logo, ou seja, que funciona de acordo com as instruções disponíveis na linguagem Logo, o mesmo irá acontecer com Pascal, ou qualquer outra linguagem de programação utilizada.

Daí definir-se que simplicidade e visibilidade são duas características importantes de uma linguagem de programação para principiantes, pois geralmente eles começam programação com nenhuma idéia sobre as propriedades da *máquina notacional* definida pela linguagem que estão aprendendo. A *máquina notacional* é o modelo idealizado do computador, definido através das construções da linguagem de programação, sendo portanto um computador conceitual idealizado. Para o principiante as propriedades desta máquina são dependentes da linguagem e não do "hardware".

Esta simplicidade e visibilidade facilitam a construção de um modelo mental do computador e da sua forma de operação, este modelo é que irá guiar toda a interação do usuário a nível de programação.

Partindo desta análise advoga-se que instrução deve explicitamente ajudar o estudante a construir um modelo mental de como o computador funciona.

A importância de modelos mentais na aquisição de habilidades humanas é atualmente um tópico de pesquisa bem representado em Ciência Cognitiva e Inteligência Artificial. Na confluência destas duas áreas tem sido desenvolvidas pesquisas que buscam caracterizar, através de um exame cuidadoso, o modo de entendimento das pessoas nos mais variados domínios de conhecimento, como circuitos elétricos (Kleer, 1983), cálculo matemático, física elementar, temperatura e calor, etc.. (Gentner, 1983)

Os resultados destas pesquisas vem sendo utilizados na construção de sistemas especialistas, na concepção de sistemas computacionais realmente amigáveis, no desenvolvimento de material instrucional, manuais, etc..

Também em programação, as pessoas são guiados por modelos mentais de como o código do programa controla as operações do computador. Mas o computador, como sistema físico é extremamente obscuro e fornece um "feedback" muito pobre no sentido de auxiliar um principiante a entender seu funcionamento e conseqüentemente formar um modelo mental adequado, que o possibilite interagir corretamente. Alguns aspectos do processo de aprender programação em Logo auxiliam a deixar mais clara esta idéia.

O sub-ambiente gráfico é tradicionalmente a "porta de entrada" do Logo. Através da execução de programas que fazem desenhos, de alguma forma se tem espelhado o comportamento passo-a-passo do programa e conseqüentemente torna-se mais claro o funcionamento da máquina notacional, visualizando o funcionamento de cada construção da linguagem.

Dentro deste ambiente existem diversas componentes que facilitam o usuário a formar um modelo mental do funcionamento do computador.

O computador é visto como um traçador de gráficos que se comporta de forma semelhante a como uma pessoa traça gráficos. Muitas vezes, é solicitado que a pessoa se coloque no lugar da Tartaruga e quase sempre é isto que ela faz quando depura seus procedimentos.

Muitos objetos (conjunto de instruções, Tartaruga, parâmetros) e comportamentos importantes são incorporados ao modelo mental que a pessoa está desenvolvendo sobre o funcionamento do computador, como a sequencialidade na execução de instruções, o procedimento produzindo um resultado visual na tela, parâmetros para generalizar soluções, etc..

O modelo da sequencialidade de execução de instruções guia as pessoas a descreverem o fluxo de execução de um procedimento do tipo:

```

ap casa      ap paredes      ap chaminé
paredes      .....
telhado      fim              fim
chaminé
janela
fim          ap telhado      ap janela
              .....
              fim

```

como sendo, *casa -->paredes --> telhado ---> chaminé ---> janela*

Como o "feedback" que é dado pelo computador não explicita que este não é o fluxo, as pessoas persistem com esta idéia de fluxo e com este modelo de funcionamento.

Sem muita dificuldade é incorporado o comportamento iterativo, por ser uma idéia decorrente do sequencial e que somente simplifica a escrita de comandos. O mesmo não acontece com comandos condicionais. Dificilmente se observa principiantes escrevendo comandos condicionais com a estrutura *se/então/senão*, que implica em uma quebra maior da sequencialidade estrita, pois dependendo do resultado da expressão utilizada no comando, algumas instruções deverão ser "saltadas".

O uso do modelo iterativo, de repetição, guia o entendimento de procedimentos recursivos. Isto pode ser observado, na escrita de procedimentos do seguinte tipo:

```

ap contar :n
esc :n
se :n = 0 [ pare ]
contar :n-1
esc :n+1
esc :n+2
esc :n+3
fim

```

para escrever a seqüência de números 3 2 1 0 1 2 3.

Através deste exemplo extraído de (Valente, 1988), está claro que recursão é vista como uma repetição. Também pode ser observada a necessidade em controlar o processo concretamente, que é abstraído do uso inicial da linguagem no modo direto. É mais uma vez a resposta que

o computador vai dar a este procedimento não irá auxiliá-lo a formular o correto modelo de recursão que é o de cópia (a cada chamada recursiva uma nova cópia do procedimento é ativada), pois ele não consegue visualizar o processo de execução.

Estes problemas são salientados, no aprendizado de Logo, quando se tenta avançar da parte gráfica para a parte de manipulação simbólica. O modelo do computador não é mais o de um traçador de gráficos, precisa ser modificado sensivelmente.

Esta mudança é agravada pois Logo perde a característica de visibilidade. Não se pode mais acompanhar a execução do programa. O que é obtido é simplesmente o resultado, na forma de listas, sentenças, palavras ou números. Torna-se difícil entender como o computador chegou ao resultado, ou não, pois não existem mais maneiras diretas de acompanhar a execução do programa. Além disso, muda-se o paradigma de programação, ou seja, agora deve ser reformulado também o modelo de procedimento, acrescentando o comportamento funcional. De acordo com a teoria de Williams em (Williams, 1983) as regras de comportamento associadas ao objeto autônomo procedimento devem ser substituídas, de forma a acomodar a definição de procedimento que é uma operação, ou então, um novo objeto denominado operação deve ser incorporado ao modelo.

Norman em (Norman, 1983) ressalta que ao se analisar modelos mentais, com relação a sistemas físicos, é necessário considerar quatro componentes:

**.o sistema objetivo**, que por definição é o sistema que a pessoa está aprendendo ou usando.

**.o modelo conceitual do sistema objetivo**, que são ferramentas para auxiliar o entendimento ou ensino de um sistema. São inventados por professores, designers e engenheiros com o objetivo de prover uma representação adequada do sistema objetivo. É desejável que sejam precisos, consistentes e completos.

**.o modelo mental do usuário sobre o sistema objetivo**, é o que as pessoas realmente tem em suas cabeças e que guia o seu uso do sistema.

.a concepção do cientista sobre a natureza modelo mental, que é, claramente, um modelo do modelo.

Na definição de um modelo conceitual, sobre um sistema ou processo deve-se levar em conta qual a natureza (Young, 1983) de modelo mental (analogia forte, vocabulário ou substituto) que se está considerando, para que se obtenha a desejável correlação entre o modelo mental e o modelo conceitual.

O tipo de natureza de modelo que fundamentou a concepção do modelo conceitual implementado e descrito neste trabalho foi o substituto ("Surrogate Model").

Um **modelo substituto** M para um sistema S é essencialmente uma noção familiar de um modelo de trabalho o qual explica como S funciona como um mecanismo. Tipicamente M apresenta uma abordagem bastante simplificada de S, de forma a ter "*mais o sabor de uma estória de ficção do que de uma elaborada descrição de engenharia*" (Young, 1983).

M é chamado de substituto porque ele pode ser usado no lugar de S para responder questões sobre o comportamento de S. Em adição a ser amplamente utilizado em Ciências e Engenharia, modelos substitutos tem sido utilizados como um meio de fornecer a programadores novatos um esquema de como funciona o interpretador de uma linguagem de programação (Boulay, 1981; Mayer, 1981).

Modelos substitutos são guiados pela propriedade predictiva dos modelos mentais e, primariamente, podem ser vistos como um simulador do sistema objetivo. Também são de grande auxílio, ao prover uma estrutura para o funcionamento do sistema e como conseqüência auxiliar a pensar sobre ele.

## **CARACTERÍSTICAS BÁSICAS DO SISTEMA IMPLEMENTADO**

O sistema fornece diversas representações da execução de um programa escrito em Logo não gráfico. Os aspectos principais do sistema são a multiplicidade de representações e a característica dinâmica das

representações, ou seja, elas são fornecidas em tempo real, ao mesmo tempo em que é executado o procedimento.

O sistema não tem como objetivo ensinar os conceitos e sim oferecer uma alternativa que facilite seu entendimento. É o *fazer ver para melhor entender*.

Foi definido um conjunto de representações baseado nas representações utilizadas estaticamente, adicionando-se primordialmente a característica de tempo real. Os conceitos computacionais considerados no desenvolvimento do sistema foram fluxo de execução, variáveis e recursão. Acredita-se serem estes os conceitos fundamentais de programação, e todos os demais, como iteração, procedimentos, etc., podem ser tratados em função deles.

Existem duas formas básicas de representações denominadas locais e globais.

O subconjunto de representações locais tem como objetivo mostrar num certo ponto de execução o que está acontecendo e o que o computador "conhece" a respeito do programa. Perde-se nestas representações a história passada da execução, ou seja, não é visível o processo que conduziu aquele momento da execução. Por acreditar que visualizar de alguma forma o processo como um todo é importante para o entendimento dos conceitos abordados, principalmente com relação aos aspectos de chamada e retorno de procedimentos e programas com muitos níveis de execução, definiu-se outra representação que tenta mostrar estes aspectos da história de execução do programa. Esta outra representação denominou-se de global.

Quanto à representação local, o sistema proporciona uma tela subdividida em três janelas, como pode ser visto na **Figura 1**.

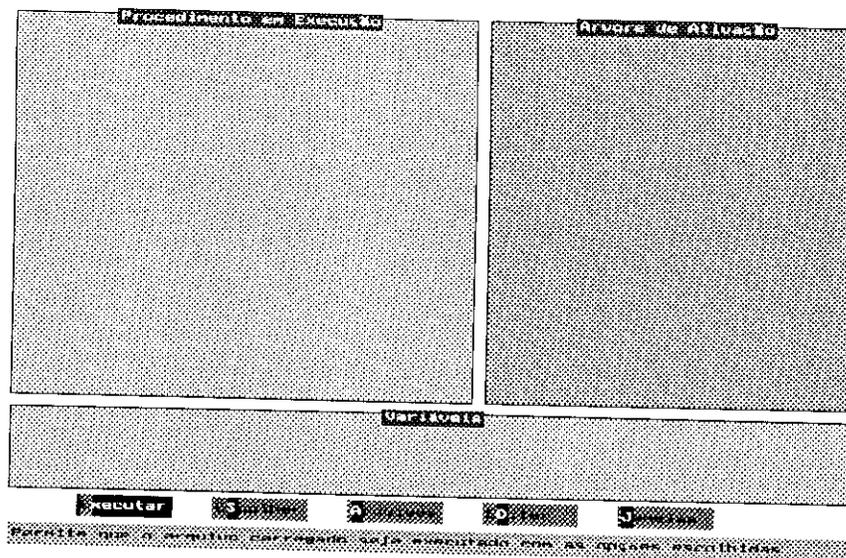


Figura 1

A primeira janela, nomeada "**Procedimento em Execução**", contém o texto do procedimento em execução e o cursor em vídeo reverso, ou em outra cor se o vídeo for colorido, mostra a instrução que está sendo executada. Através desta representação pretende-se deixar claro, dentre outros aspectos, a sequencialidade de execução das instruções.

No sistema quando ocorre a chamada de um sub-procedimento, o texto do procedimento chamante é substituído pelo do procedimento chamado, e uma mensagem informa que está ocorrendo uma chamada. Isto pode ser observado nas **Figuras 2 e 3**.

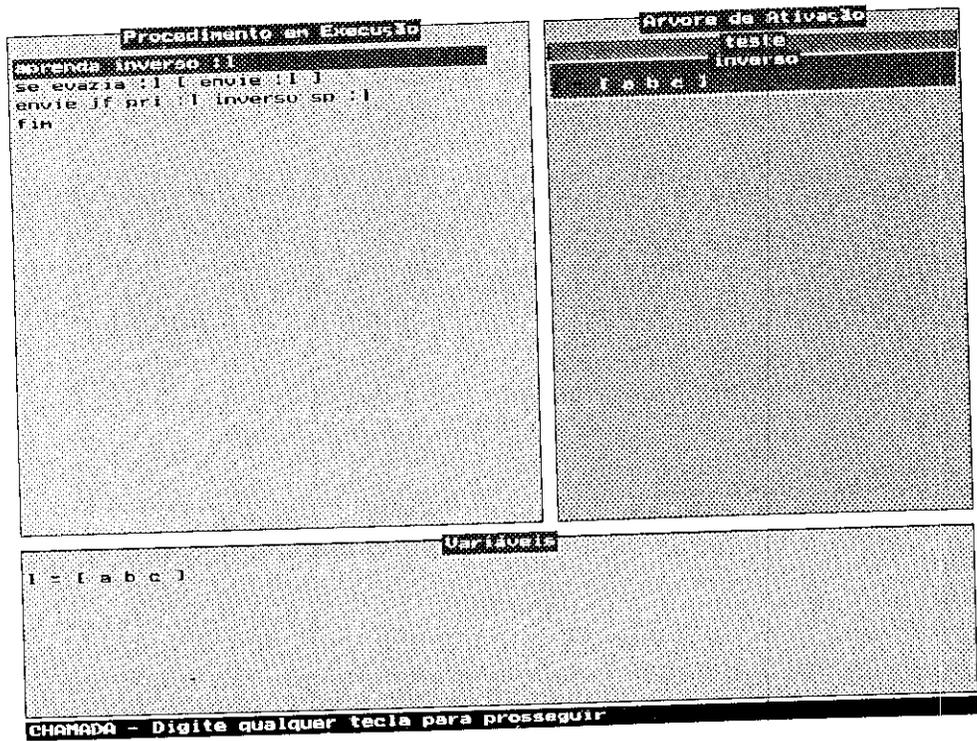


Figura 2

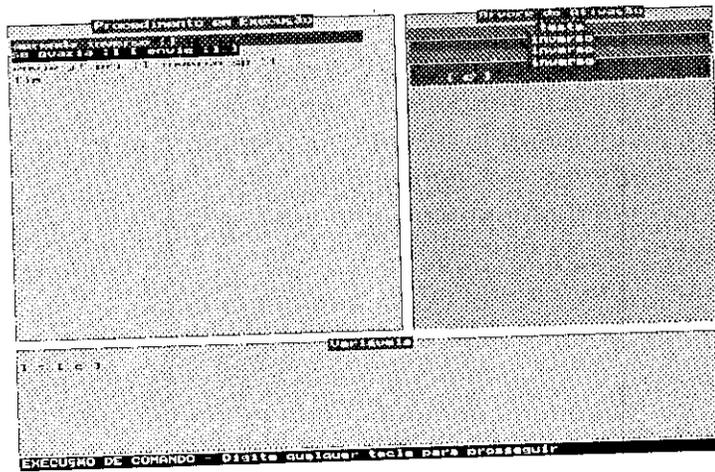


Figura 3

O mesmo ocorre quando do retorno do sub-procedimento, onde uma mensagem informa que está ocorrendo um retorno, e volta à tela o

texto do procedimento chamante e a execução prossegue. O mesmo esquema é utilizado no caso de procedimentos recursivos. Obtem-se então uma representação de como é efetuada a chamada e retorno de procedimentos.

Na segunda janela, nomeada "**Arvore de Ativação**", é representada a estrutura dinâmica de chamadas de procedimentos. Nesta janela para cada chamada é criado um retângulo com nome do procedimento chamado e que contém o nome e valor dos parâmetros no momento da chamada. Estes retângulos vão sendo construídos e eliminados de acordo com a ocorrência de chamada ou retorno da chamada de procedimentos. (Figura 2 e 3)

A terceira janela, nomeada "**Variáveis**", contém o nome das variáveis ativas e de seus valores correntes. Cada alteração do valor de uma variável dentro do programa é refletida nesta janela com realce. O objetivo desta terceira janela é ressaltar os aspectos relativos à conceituação de variáveis e seu escopo de validade, mostrando variáveis que "passam a existir" no momento da chamada de um procedimento e que "deixam de existir" no retorno.

Pode ser observado (Figura 1) que além das janelas, existe um menu de opções que irá coordenar a execução do sistema. Através desse menu pode-se definir qual o modo de execução (passo-a-passo ou direto), qual o arquivo a ser carregado, qual o procedimento com o qual se deseja iniciar a execução, qual o tamanho das janelas a serem vistas, etc..

Existe uma quarta janela, como pode ser visto na **Figura 4**, nem sempre presente na tela, onde são pedidos valores de entrada e onde são mostrados valores de saída. Esta janela somente é aberta quando da execução de comandos de entrada e saída e desaparece ao término da execução dos comandos respectivos, ou quando o usuário desejar.

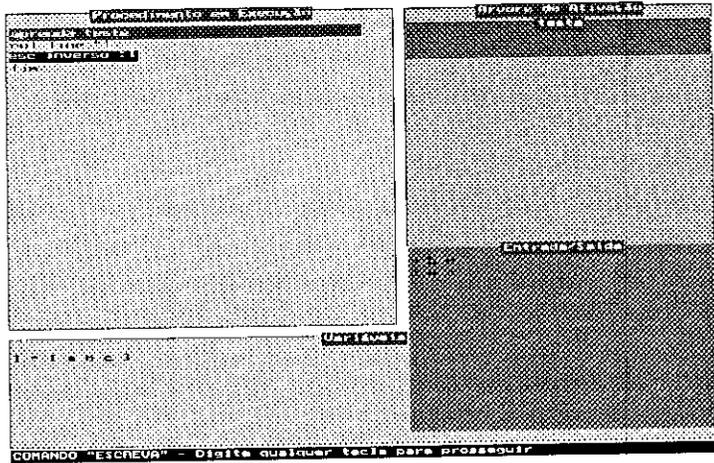


Figura 4

Outra janela, que também não está sempre presente na tela, indica saídas relativas ao comando ENVIE (retorno de função). Como pode ser visto na Figura 5 nesta janela tem-se o valor que está sendo enviado e os respectivos procedimentos de origem e destino. Também esta janela somente aparece quando do retorno de uma operação e desaparece no momento em que é concluído o retorno ou sob comando do usuário.

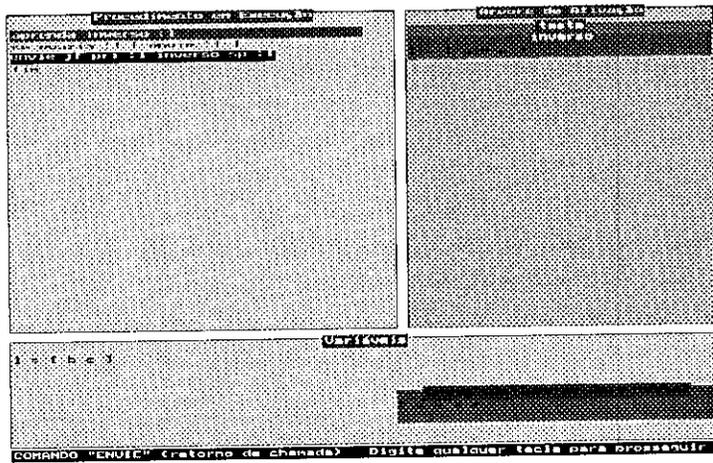


Figura 5

Através de uma tecla de função pode-se ter acesso à representação global da execução. Esta representação é feita em tela única e mostra o esquema de execução dos procedimentos. Nesta tela tem-se o texto de

todos os procedimentos que compõem a área de trabalho, ou seja, o arquivo utilizado na corrente execução. Através de um esquema de cores, são utilizados cursores que indicam qual a instrução que está sendo executada e quais as execuções em suspensão, ou seja, pontos de chamada e retorno nos outros procedimentos ativos da área de trabalho.

Toda interação com o sistema é feita através da seleção de opções em menu. A qualquer momento da execução de um programa pode ser interrompida e se ter acesso a outro tipo de representação ou outro modo de execução.

## RESULTADOS DO USO

O sistema foi utilizado experimentalmente (Rocha, 1991) em três situações e com os seguintes objetivos:

- . diagnosticar e remediar o conceito de recursão
- . aprendizado de recursão no processamento simbólico
- . verificar o quanto especialistas em computação dominam o conceito de recursão

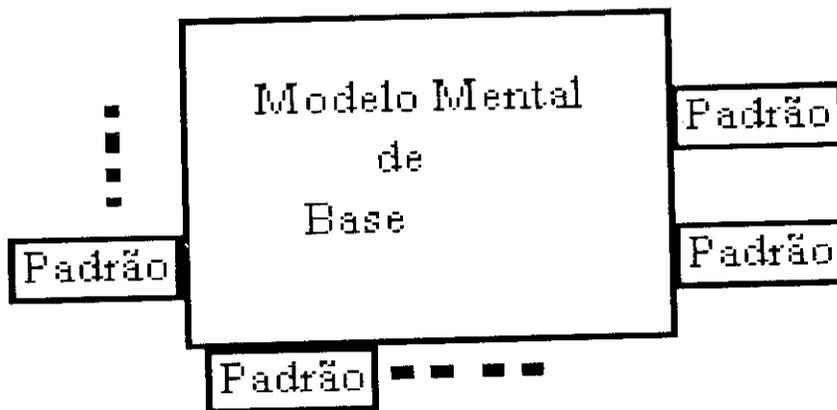
O primeiro uso do sistema, foi feito durante uma oficina de trabalho que tinha como um dos objetivos oferecer um aprofundamento em programação Logo. Os participantes eram um grupo de pesquisadores e técnicos em Informática e Educação que conheciam e estavam desenvolvendo atividades de programação com a linguagem Logo.

O segundo uso foi mais prolongado e foi feito em um curso de 40 horas, oferecido para um grupo de professores da rede pública de ensino participantes de um projeto de introdução de computadores em escolas, utilizando programação Logo. Apesar da necessidade de um aprofundamento para poder conduzir o projeto que estavam envolvidos, achavam a parte de manipulação simbólica muito difícil e muito diferente do Logo que conheciam. Dentro desta perspectiva tinha-se como ponto central de observação o quanto o sistema iria viabilizar este

aprofundamento junto a este tipo de usuário, que necessitava de programação mas não podia ser qualificado de especialista.

O terceiro uso experimental foi feito por um aluno com formação em computação e que estava fazendo pós-graduação em computação. Ele conhecia Logo bastante bem e portanto se mostrou bastante adequado para que se pudesse desenvolver a observação que se tinha interesse. A idéia de trabalhar com este aluno foi uma consequência de uma atividade feita com alunos do curso de Ciência da Computação. Através desta atividade pode-se constatar que mesmo alunos de um curso específico de computação apresentavam sérias falhas no entendimento de um processo recursivo e estas falhas não estavam sendo percebidas, dentro dos moldes como eram efetuadas avaliações.

Deste trabalho experimental pode-se concluir que podemos representar o modelo mental que os estudantes possuem de programação através do seguinte esquema:



Com os materiais instrucionais tradicionalmente utilizados e o "feedback" que é obtido pelo ambiente de programação, os estudantes são capazes de desenvolver um modelo mental de base limitado e falho em muitos aspectos. Todos os programas cujo comportamento não consegue ser explicado através deste modelo de base são "agregados" como padrões.

Como o modelo de base não sofre alteração (evolução), somente são desenvolvidos e entendidos os procedimentos que possam ser explicados e os que "encaixam" em algum padrão. O modelo de base para recursão, quando existia, incluía recursão como repetição, e os alunos possuíam padrões de procedimentos recursivos, com finalidades específicas, que envolviam retorno. Caso fosse solicitado um procedimento, que envolvia retorno de recursão e que fosse de natureza diversa da dos padrões agregados, não havia entendimento. Para exemplificar, pode-se mencionar um protocolo descrito em (Rocha, 1992) onde o aluno de computação naturalmente resolvia sofisticados problemas de percurso em estruturas de dados como árvores, mas não conseguia identificar como correto um procedimento bastante simples de atualização de campos de uma lista, quando esta atualização era feita no retorno da recursão.

O que está sendo perdido neste processo de ensinar através de uma enorme quantidade de exemplos, é focalizar a atenção nos conceitos básicos e que não são muitos: variável, iteração, procedimento/operação, fluxo de execução e recursão. Além disso, ao utilizar o computador como auxílio, não se pode perder que a aquisição de conceitos envolve um ciclo de fazer, refletir sobre o que fez, depurar, fazer, refletir,.... O computador deve ser inserido neste processo de aprendizado favorecendo, e não ensinando, que as pessoas possam individualmente através da exploração formar seu próprio modelo do conceito. Afinal, nunca nos foi ensinado sobre gatos e sobre o que os diferencia de cachorros. É preciso deixar o objeto programação passível de ser manipulado, de modo que o aprendiz possa interagir com esses objetos computacionais do mesmo modo que interage com animais e é capaz de aprender a diferença entre gato e cachorro.

É preciso dar visibilidade ao processo de execução e isto deve ser feito por quem efetivamente executa o programa, ou seja, o computador. E a visibilidade deve ser dada ao programa que o aluno fez. O processo de fornecer representações diferentes das usuais deve levar em conta que o computador possui características que o qualificam como a melhor mídia para provocar estas mudanças. As representações devem ser dinâmicas, como o processo que estão tentando espelhar. O ambiente deve ser interativo. Não interessa fornecer a representação de um procedimento padrão e não permitir a interação do usuário, na definição e visualização de seus próprios procedimentos. Isto é que torna diferente

e válido o uso do computador como ferramenta auxiliar ao ensino, destacando-o sensivelmente de outras mídias como o vídeo na produção de um filme, ou de um livro em sua forma estática. E foram estas características que basearam o sistema descrito neste trabalho.

Utilizou-se o computador por achar que as formas de representação tradicionais como os diagramas de execução, brincar de computador, árvores de ativação, etc., precisavam ser mudadas na sua essência. Do estático deveria-se passar para o dinâmico, pois o processo de execução de um programa é dinâmico. Do mostrado em um papel ou feito por um professor, deveria ser feito pelo próprio sistema que executa o processo, o computador. E a representação ou visibilidade deveria ser dada ao programa feito pelo aluno e não para um exemplo padrão feito por um perito. E o usuário deveria ter meios de interferir no processo, controlando a forma como gostaria de observar e para quais exemplos.

Os resultados do uso confirmaram as hipóteses iniciais de que a visibilidade dada através de sistemas dinâmicos, realmente instrumenta as pessoas a pensarem sobre programação. Algumas conclusões devem ser ressaltadas:

**. Entender como funcionam as construções de uma linguagem não é suficiente para entender programação.** A maioria das pessoas observadas não conseguia a princípio sintetizar o funcionamento de um procedimento. Sempre que eram solicitadas a dizer o que um procedimento fazia, efetuavam uma leitura comando a comando, explicando-os isoladamente. Para entender programação é preciso entender que quando agrupados, na forma de um programa ou de um procedimento, os comandos deixam de ter um significado e estrutura descontextualizada. Este aspecto deve ser enfatizado no ensino de programação, pois sem isto nunca o aluno irá conseguir adquirir estratégias de solução de problemas como a de dividir um problema em partes. Portanto, não adianta efetuar um extensivo trabalho na área de solução de problemas se o entendimento do processo de execução está falho. O ambiente de programação pode auxiliar neste aspecto tornando o processo mais explícito, nos moldes do sistema desenvolvido.

**. Programar sob o paradigma procedural é a melhor maneira de iniciar programação.** Isto ocorre por duas razões: primeiro, por ser este o paradigma mais próximo do real funcionamento do computador, e por

consequência leva o aluno a criar um modelo mental mais adequado de como o computador funciona; segundo, por ser este o paradigma mais próximo de como as pessoas atuam no dia-a-dia. É muito eficaz a metáfora de ensinar uma nova palavra ou um novo comando ao computador, explicando o seu significado, e que uma vez ensinado pode ser utilizado sem precisar redefinir. Tendo este aspecto deve-se levar em conta que mudar um paradigma de programação envolve muito mais que mudar a estratégia de resolver um problema. Irá envolver a mudança do modelo mental que a pessoa faz do comportamento do computador. Isto deverá ser reformulado para que a pessoa possa controlar a máquina efetivamente sob o novo paradigma. Portanto, toda mudança de paradigma também deverá envolver a invenção de um ambiente de representações que favoreça este novo entendimento da máquina notacional que está sendo desenvolvida.

. **O entendimento de recursão, fluxo de execução, variáveis globais e locais, pilha de execução, etc.. está profundamente ligado ao entendimento que as pessoas têm de como o processo é efetivamente executado pelo computador.** E para que este entendimento ocorra é absolutamente necessário que se dê oportunidade de visualização do processo. Um exemplo claro é o trabalho efetuado com o aluno de computação. Este aluno era sem dúvida um bom programador, mas não tinha elaborado completamente o conceito de recursão, pois a recursão com volta nunca era utilizada. Escrevia muitos procedimentos padrões que envolviam volta, mas não conseguia explicar seu funcionamento, e quando a proposta era de um procedimento novo nunca visto, ele resolvia o problema mas nunca utilizava o retorno da recursão. O processo com que ele utilizou o sistema não foi para auxiliar no desenvolvimento de novos programas, mas sim para visualizar o processo de execução de programas que ele já conhecia. E com isto ele reformulou muitas das soluções já apresentadas, achando que utilizar a recursão com volta deixava o "programa mais claro". Portanto tornar o processo explícito auxilia, e evidentemente o grau de auxílio é proporcional ao tipo de estrutura mental que o usuário dispõe em decorrência de sua experiência prévia com programação.

Portanto é preciso pensar em alternativas ao usual. Novas ferramentas devem ser adicionadas ao ensino, levando em conta os processos cognitivos envolvidos no aprendizado de programação. Quanto ao nível de entendimento da máquina notacional, acredita-se que

o esquema de representações computacionais dinâmicas que espelhem o funcionamento da máquina através de um modelo conceitual coerente com o modelo mental que queremos seja construído pelo aluno, é uma boa alternativa.

## CONCLUSÕES

De modo geral, mais pesquisa precisa ser feita para determinar o efeito específico de modelos no que está sendo aprendido, e para determinar as características de um modelo conceitual adequado.

Modelos conceituais são ferramentas para o entendimento ou ensino de sistemas. São inventados para prover uma representação adequada do sistema em uso ou que está sendo ensinado, consistindo a base do modelo mental que se deseja que o usuário forme do sistema. Idealmente, quando um sistema é construído, seu projeto deveria ser baseado no modelo conceitual.

O modelo conceitual deveria governar toda a interface humana com o sistema e dessa maneira a imagem do sistema que é vista pelo usuário seria consistente, coesa e inteligível. O que geralmente se tem é uma imagem do sistema distante do modelo conceitual.

Portanto, se instrutores e materiais instrucionais do sistema ensinam ao usuário o modelo conceitual de base, e se a imagem do sistema é consistente com este modelo, o modelo mental do usuário será consistente.

Os resultados obtidos demonstraram que existem falhas conceituais sérias no aprendizado de programação e que são difíceis de serem superadas com metodologias tradicionais. Também demonstrou-se que um sistema que torne mais visível o processo de execução de um procedimento pode ser útil na aquisição destes conceitos.

Finalmente, o uso de sistemas computacionais dinâmicos de representações deve ser avaliado em outros domínios de conhecimento que também envolvam conceitos decorrentes do entendimento de processos abstratos. Estudar novas formas de representação que possam

ser utilizadas em áreas de Ciência onde conceitos como equilíbrio, pressão, temperatura, etc., são extremamente dependentes do processo onde ocorrem. Outra área de muito interesse e que inclusive originou este tema de pesquisa, é Eletricidade. A idéia é procurar outras formas de representação (cores, som, analogias com outros domínios, etc.), diferentes da tradicional, que auxiliem as pessoas a entenderem conceitos como voltagem, corrente alternada, corrente contínua, potência, etc., precisam ser analisadas.

E em todas estas áreas, deve ser avaliada a importância de modelos, como são criados, qual sua natureza, para se poder construir representações diferentes das usuais, sistemas cognitivamente eficazes e portanto modelos conceituais dinâmicos e úteis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Boulay, Benedict Du, O'Shea, Tim e Monk, John (1981), The Black Box Inside the Glass Box: Presenting Computing Concepts to Novices, *Int. J. Man-Machine Studies* 14, 237-249
- Gentner, Dendre e Stevens, Albert L. (eds.) (1983), *Mental Models*, Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Kleer, Johan de e Brown, John Seely (1983), Assumptions and Ambiguities in Mechanistic Mental Models in Gentner, D. e Stevens, A. L. (eds) *Mental Models* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Larkin, Jill H. e Simon, Herbert A. (1987), Why a Diagram is (Sometimes) Worth Ten Thousand Words *Cognitive Science*, 11, pp.65-69
- Mayer, Richard E. (1981), The Psychology of How Novices Learn Computer Programming, *Computing Surveys*, Vol 13, n. 1
- Minsky, M. (1985), *The Society of Mind*, Simon & Shuster, NY
- Norman, Donald A. (1983), Some Observations in Mental Models, in Gentner, D. e Stevens, A. L. (eds) *Mental Models* Lawrence Erlbaum Associates, Publishers
- Rocha, H.V. (1991) Representões Computacionais Auxiliares ao Entendimento de Conceitos de Programação, tese de doutorado, FEC, UNICAMP

Valente, Ann B. (1988), Aprender Programação Logo: Será que algumas pessoas tem mais facilidade que outras? Núcleo de Informática Aplicada à Educação, Memo 16, UNICAMP

## CAPÍTULO 17

# USO DO COMPUTADOR PARA CONTROLE DE DISPOSITIVOS: O TRAÇADOR GRÁFICO (PLOTTER)

João Vilhete Viegas D'Abreu\*

### INTRODUÇÃO

O uso mais comum do Logo hoje consiste no controle de um cursor gráfico (que pode ser uma Tartaruga ou uma seta) na tela do computador, através de comandos digitados no teclado. Isso é o que conhecemos como Logo gráfico. Mas historicamente, antes de controlar o cursor gráfico na tela, o Logo controlava um robô (a Tartaruga mecânica) que se deslocava no chão. Essa idéia interessante de controlar robô ficou "adormecida" com o advento dos microcomputadores e da tela colorida.

Atualmente, a utilização do computador para controle de dispositivos, tem nos levado a desenvolver pesquisas com o Logo, objetivando o controle de processos externos. Isso retoma a idéia interessante e que ficou "adormecida". Neste contexto, estamos interessados em implementar vários dispositivos que podem ser controlados através do computador e capazes de enriquecer o ambiente Logo de aprendizagem.

De maneira sintética, a atividade de programação "tradicional" consiste na elaboração de um programa que é descrito para o computador em uma determinada linguagem. Este programa por sua vez, é executado e é devolvido uma resposta na tela, sobre a qual o usuário pode refletir e alterar, modificando o programa, quando for o caso. Na atividade de

---

\*Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED

programação onde estamos controlando um dispositivo através do computador o que muda é o tipo de resposta. Esta passa a ser, por exemplo, o deslocamento de um carrinho. O controle de dispositivos fora da tela é um tipo de uso do computador onde a atividade de programar tem como resultado o controle de um processo físico. Os dispositivos passam a se comportar como "músculos" do computador atuando no mundo, ou seus "orgãos do sentido", coletando dados do mundo e enviando os ao computador.

Um exemplo desses dispositivos, que será descrito mais detalhadamente neste capítulo, é o traçador gráfico (plotter) do tipo XY. Antes porém, faremos uma breve descrição dos outros dispositivos em desenvolvimento no NIED, enfocando os tipos, a implementação da linguagem e das interfaces dos mesmos.

## TIPOS DE DISPOSITIVOS

Do ponto de vista de utilização, de uma forma geral, o interfaceamento do computador com dispositivos, não necessita de uma classificação mais rígida. No nosso contexto, os classificamos em duas grandes categorias: eletrônicos e eletromecânicos, em função das atividades específicas que desenvolvemos com cada um deles.

### Dispositivos Eletromecânicos

São os dispositivos que têm componentes mecânicos que possibilitam a geração de movimento, e componentes elétricos os que permitem o controle através do computador. Portanto, podem possuir na parte mecânica peças como: engrenagens, eixos, correias dentadas e rodas. E, na parte elétrica, motores, solenóides, sensores e lâmpadas.

Para os dispositivos eletromecânicos, em geral, precisamos implementar a interface, o software de controle e o dispositivo em si.

O traçador gráfico, e a Tartaruga mecânica por exemplo, pertencem à categoria de dispositivos eletromecânicos que são construídos com motores de passo, eixos, engrenagens, etc.. Estes

dispositivos devem apresentar uma certa precisão para permitir a reprodução do movimento da Tartaruga na tela.

- *A Tartaruga mecânica* - é uma estrutura metálica contendo dois motores de passo e um suporte para a caneta, coberta com material plástico no formato de tartaruga. Esse dispositivo reproduz no chão os rastros da Tartaruga de tela, através de comandos digitados no teclado. A Tartaruga mecânica pode ser usada na introdução do Logo em geral e, principalmente, com crianças deficientes físicas, que têm maior dificuldade em entender noção de espaço e deslocamento.

- *O Traçador gráfico* - permite a reprodução no papel, de gráficos da tela e será descrito em detalhe mais adiante.

## **Dispositivos Eletrônicos**

São os dispositivos que só têm a parte eletrônica, sendo que para os mesmos precisamos implementar a interface e o software de controle. Neste caso não construímos os dispositivos, estes já existem na forma de circuitos eletrônicos, apenas o controlamos utilizando o computador.

A interface LEGO, interface para sensores e o "slot machine" pertencem à categoria destes dispositivos. Eles servem basicamente como meio para troca de informação entre o computador e o mundo externo.

- *A Interface LEGO* - é um dispositivo que permite que brinquedos (máquinas e animais) montados com tijolos LEGO sejam controlados através do computador. A interface controla motores de corrente contínua, lâmpadas e sensores. Utilizando-se desta o ato de programar passa a ser o controle de objetos no mundo externo, que exigirão das crianças manuseio de conceitos de ciências.

- *A Interface para sensores* - é um dispositivo que permite controlar através do computador, sensores de força, luz, som, toque, temperatura, pressão etc., propiciando condições para representarmos esses fenômenos físicos que acontecem no mundo externo, no computador. A atividade de programar utilizando este dispositivo poderá ser por exemplo: variar a temperatura de um material e mostrar, ao mesmo tempo na tela, esta variação através de um gráfico ou barras coloridas (por exemplo, a cor

vermelha corresponde à temperatura mais elevada e a branca à mais baixa).

- *O Slot Machine* - é uma caixa com vários compartimentos ou ranhuras. Este dispositivo substitui o teclado, permitindo que crianças ainda não alfabetizadas possam comandar por exemplo, a Tartaruga de tela e/ou de solo. O dispositivo possibilita programar o computador através de cartões que contém Figuras que representam deslocamentos e giros da Tartaruga e que são colocados em sequência nas ranhuras. Com isso, a dificuldade de manusear o teclado, se reduz a encaixar cartões nas ranhuras.

Interfaceando o computador com os dispositivos descritos acima podemos criar ambientes educacionais onde o fazer seja também enfatizado como meio de aprender. Onde o aluno não só pode construir ou montar um objeto concreto, como também comandá-lo através do computador. Estes dispositivos são na verdade novas ferramentas que incrementarão o ambiente de aprendizagem, possibilitando o aprofundamento de conceitos em diferentes domínios. Ao controlar um carro de brinquedo por exemplo, conceitos de ciências como: velocidade, força, atrito, mecânica, eletricidade, programação e, mesmo engenharia de controle, estarão presentes. Esta poderá ser uma forma mais interessante de se apresentar estes conceitos no ambiente Logo e, possivelmente, de se promover o aprendizado.

O controle destes dispositivos através do computador pode devolver ao aluno uma resposta mais dinâmica e concreta do ato de programar. Neste contexto o processo de depuração, deixa de ser só no programa e passa a ser do dispositivo também.

A expansão do uso do computador neste contexto deve portanto, contribuir para o surgimento nas escolas de um ambiente de ensino-aprendizagem novo e diferente do tradicional. Um ambiente onde a atividade no computador busque sempre o aprendizado, com a melhoria da qualidade de ensino, respeitando o modo, o estilo e o ritmo de aprender de cada aluno. Com isso, tanto o professor quanto o aluno, além das suas respectivas atividades habituais, terão de pôr a "mão na massa".

Os dispositivos apresentados foram implementados inicialmente para serem usados com microcomputadores da linha MSX. Atualmente estamos adaptando-os para microcomputadores da linha PC.

Para possibilitar a comunicação destes dispositivos com o computador é preciso implementar a linguagem Logo e as interfaces. Em seguida apresentamos algumas implementações que estamos fazendo.

## IMPLEMENTAÇÃO DE COMANDOS NA LINGUAGEM LOGO

Inicialmente a linguagem Logo de programação não possuía comandos que permitia o controle de dispositivos. Então, o que fizemos foi implementar estes comandos. Nesse contexto a linguagem Logo expandida passa a ser a ferramenta que o usuário manipula ao controlar um dispositivo. A interface, como já havíamos afirmado, só serve como meio de comunicação entre o computador e o dispositivo. Ela é a responsável em transformar o comando digitado pelo usuário em sinal elétrico capaz de ser "entendido" pelo dispositivo e, também, em transformar o sinal captado pelo sensor em algo passível de ser interpretado pelo computador.

O controle através do computador de qualquer um dos dispositivos descritos anteriormente necessita de comandos numa linguagem de programação. Por exemplo, no caso da interface LEGO os comandos implementados no Logo foram: **atencãomotor**, **ligamotor**, **ligapor**, **qualmotor**, **desligamotor**, **desligatudo**, **ligasensor**, **contapulso**, **zeratempo**, etc.. No caso do traçador gráfico os comandos implementados foram: **comtraçador**, **semtraçador**, **mudeescala**, **qualescala**, etc..

O mesmo acontece com os comandos para os sensores, que não são descritos aqui mas, também foram implementados no Logo.

## IMPLEMENTAÇÃO DAS INTERFACES

As interfaces necessárias no uso dos dispositivos merece uma destaque especial uma vez que estas são o meio de comunicação entre o computador e o mundo externo. O projeto e construção das interfaces

consiste basicamente na implementação de circuito eletrônico que possibilita controlar, a partir do computador motor, sensor, luz e solenóide (componente elétrico que possibilita abaixar/levantar a caneta).

### **Interface para Controle de Motores de Corrente Contínua**

A interface para controle de motores de corrente contínua, serve como meio de comunicação entre o computador e este tipo de motores, permitindo que os mesmos sejam acionados no sentido horário ou anti-horário. Além de motores esta interface controla também lâmpadas. O controle do motor e da luz neste caso significa mudar a tensão destes componentes de 0 para 5 volts para ligá-los, ou vice-versa para desligá-los. A interface tem sido usada para controlar montagens LEGO.

### **Interface para Controle de Motores de Passo**

A interface para controle de motores de passo, serve como meio de comunicação entre o computador e este tipo de motores. O controle do motor de passo significa a geração de uma forma precisa, de sequências de passos para o motor, a partir de comandos enviados pelo computador. Gerar a sequência de passo por um certo tempo permite por exemplo, ligar o motor e girar o nº de passos equivalentes ao deslocamento da Tartaruga de tela.

Além do motor esta interface controla, também, o solenóide que abaixa ou levanta a caneta. Isso é feito de forma semelhante ao controle do motor de corrente contínua. Interface de controle de motores de passo tem sido usada para controlar o traçador gráfico e a Tartaruga mecânica.

### **Interface para Controle de Componentes Eletrônicos**

A interface para controle de componentes eletrônicos, serve como meio de comunicação entre o computador e os componentes eletrônicos à base de sensores. Esses sensores transformam a temperatura, o raio solar, o raio luminoso e a força captados, em sinais elétricos de forma que o computador possa entendê-los. A interface pode ser usada, por exemplo, para acompanharmos, através do computador, a variação da temperatura de um material.

## TRAÇADORES DE GRÁFICO (PLOTTER)

Existem dois tipos básicos de traçadores gráficos: os que movimentam a caneta nas duas dimensões no plano XY, que são os "Flat-Bed" Plotter ou XY; e os "Drum Plotter ou de tambor, que movimentam a caneta em uma dimensão e o papel em outra.

Nos traçadores do tipo XY à medida que o traço é feito na tela, a caneta o reproduz no papel, no mesmo plano. Por exemplo, ao desenhar uma casa na tela, a caneta se movimenta no plano XY do traçador e reproduz a casa no papel. O papel é sempre um "retrato" fiel da tela. O papel e a tela são planos fixos, permitindo ao usuário ter uma visão do trabalho produzido tanto na tela como no papel.

Nos traçadores do tipo tambor a caneta e o papel se movimentam simultaneamente à medida que o traço é feito na tela. Por exemplo, ao desenhar a casa, a caneta se movimenta no eixo X e o papel no Y. O desenho da tela embora, esteja sendo reproduzido no papel no mesmo instante, só depois de completo é que o usuário poderá avaliá-lo. Isso porque durante a execução, como o papel e a caneta estão em movimento, torna-se mais difícil a visualização do trabalho como um todo. De uma certa maneira, este tipo de traçador se assemelha à impressora, pelo fato de que nesta também só é possível uma melhor avaliação do desenho depois de pronto.

Do ponto de vista educacional o traçador do tipo XY mostra-se mais adequado, porque, primeiro, o usuário pode avaliar o seu trabalho durante a execução. Segundo, o fato de o usuário ter a medida exata do papel, facilita o posicionamento da caneta — que no caso do traçador em questão — pode ser em qualquer ponto, dentro da área de trabalho deste. Terceiro, a mecânica deste tipo de traçador pode ser mais "transparente" ao usuário, uma vez que o movimento da caneta ao desenhar, é feito de forma semelhante ao do ser humano.

Como ferramenta para reprodução de desenhos da tela no papel um traçador gráfico difere em muitos aspectos da impressora, que também é um dispositivo que serve para reproduzir desenhos.

No traçador do tipo XY por exemplo, para reproduzir o desenho a caneta faz o mesmo percurso da Tartaruga de tela. Já, a impressora varre

a tela e reproduz o conteúdo desta no papel. Ou seja, a impressora só reproduz um desenho depois de pronto. Além disso, o traçador tem as seguintes características:

- 1º maior precisão do desenho no papel;
- 2º permite interromper e retomar o desenho a qualquer instante;
- 3º permite a reprodução de desenhos em cores diferentes;
- 4º permite combinar desenhos feitos a mão livre com o desenho do computador;
- 5º tem uma mecânica mais fácil de ser entendida (acompanhando o movimento da caneta).

## **IMPLEMENTAÇÃO DE UM TRAÇADOR GRÁFICO XY**

A seguir apresentaremos o traçador gráfico XY que está sendo desenvolvido no NIED. O traçador será descrito sob os seguintes aspectos: estrutura mecânica, interface eletrônica e software de controle. Além disso faremos algumas considerações sobre a avaliação da efetividade de uso deste na escola, do ponto de vista da performance e do uso educacional.

### **Estrutura Mecânica**

O traçador (veja a Figura 1) é composto de dois motores de passo, uma régua, eixos, correias dentadas, uma base para fixação do papel e o suporte da caneta. A implementação da sua estrutura mecânica consistiu basicamente em construir a régua, os eixos, a base e o suporte da caneta, e montar um sistema mecânico, de tal forma, que o giro do motor pudesse ser transformado, através das correias dentadas, em deslocamentos da régua no plano XY.

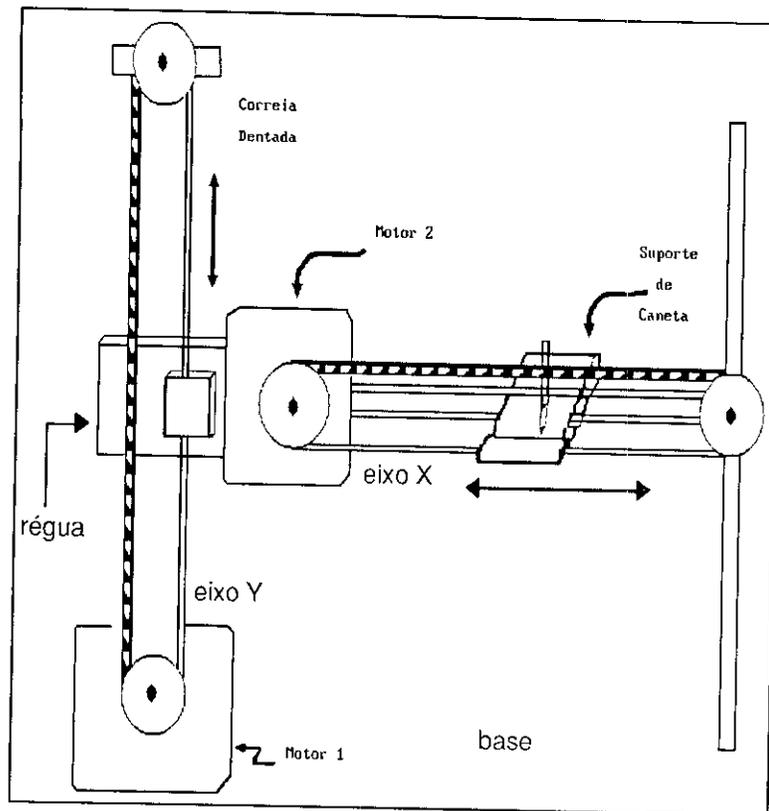


Figura 1

A régua do traçador é composta de dois eixos sobre os quais se fixa o motor da abscissa. Uma extremidade desta, se apoia sobre uma barra presa à base do traçador, e a outra extremidade sobre o eixo Y. Na régua ainda estão fixados o solenóide (componente eletromecânico que abaixa/levanta a caneta) e o suporte da caneta. O movimento giratório do motor da abscissa, permite que o conjunto que suporta a caneta e o solenóide se desloquem no sentido X, positivo ou negativo.

Sobre a base do traçador está preso o motor da ordenada. O movimento giratório deste motor permite que a régua se movimente no sentido Y, positivo ou negativo.

A base do traçador que também serve de mesa para fixar o papel é de madeira. Os eixos da régua são de alumínio, e a barra de apoio de aço.

## Interface Eletrônica

A interface eletrônica que controla o traçador gráfico, fisicamente consiste de uma caixa de material plástico contendo: uma chave para alimentação (liga/desliga), uma para movimentação do traçador no modo local ou remoto, uma para controle do motor da abscissa e uma para controle do motor da ordenada. Um conector para ligação com o microcomputador, outro para ligação com o traçador e uma tomada para ligação na rede de 110/220 volts.

A implementação desta interface para comunicação entre microcomputadores da linha MSX e o traçador gráfico, consistiu, principalmente, em desenvolver um conjunto de circuitos que permitisse o controle do traçador a partir de comandos digitados no teclado. Os seguintes circuitos foram desenvolvidos:

- *O circuito para controle do motor de passo* - A implementação deste significou projetar um circuito eletrônico digital utilizando componentes eletrônicos (transistores, circuitos integrados, diodos, capacitores, etc..) que fosse capaz de gerar a sequência de passos necessárias para o motor girar. Por exemplo, quando digitamos no teclado, pf 50, este circuito é capaz de fazer o motor girar por um determinado tempo, correspondente ao deslocamento de 50 passos da Tartaruga na tela.

- *O circuito para controle de posição da caneta no modo local* - Este circuito posiciona a caneta em qualquer ponto dentro da área de trabalho do traçador, no modo local. Ou seja, quando este não está sendo controlado pelo microcomputador. O outro modo de controle do traçador é o remoto, onde este passa a ser controlado somente pelo microcomputador.

- *O circuito para controle do estado da interface* - Este circuito informa o microcomputador se a interface está ligada ou não. Caso o usuário, por esquecimento, tente controlar o traçador no modo remoto com a interface desligada, o microcomputador envia a seguinte mensagem: "LIGUE A INTERFACE E TECLE ALGO".

- *O circuito para controle do solenóide* - Este circuito, com a interface no modo remoto, controla o solenóide que abaixa e levanta a caneta.

Quando a interface está no modo local o circuito ativa o solenóide para levantar a caneta.

- *O circuito para controle do fim de curso da régua* - Este circuito desativa o(s) motor(es) sempre que for dado um comando que faz com que a régua se desloque para além da área de trabalho do traçador. Assim como a tela, a mesa do traçador é um espaço limitado onde temos que trabalhar, e conseqüentemente não devemos sair deste espaço.

## Software de Controle

De uma forma geral, o software de controle é que dá o suporte às primitivas da linguagem e permite uma comunicação com a interface. Na implementação do software para controlar o traçador estão incluídos procedimentos para manipulação de sinais da interface, assim como procedimentos para realização de protocolos de comunicação, movimentação mínima do(s) motor(es) e da caneta.

O desenvolvimento deste software consistiu basicamente em implementar comandos para acionar o motor e o solenóide a partir do microcomputador. A maneira como isto foi feito dependeu fundamentalmente do microcomputador, no caso o Expert da linha MSX. Foi preciso implementar uma linguagem de comunicação baseada na linguagem Logo que fornecesse algumas ferramentas para comunicação com o traçador. Neste contexto, foram criados procedimentos dentro do Logo gráfico que permitissem, com que os mesmos comandos que originariamente são utilizados para movimentar a Tartaruga de tela, movimentassem ao mesmo tempo a caneta do traçador.

Do ponto de vista do usuário, este passa a trabalhar em um ambiente Logo com traçador que tem as mesmas primitivas do Logo com as quais ele controla a Tartaruga de tela, e algumas novas primitivas que controlam o traçador.

Algumas dessas primitivas são:

**comtraçador** - Ativa o traçador, que uma vez ativado, todos os comandos da Tartaruga de tela serão reproduzidos pela caneta.

**semtraçador** - Desativa o traçador.

**mudeescala** - Muda a escala do desenho no papel. Permite que o tamanho do desenho do papel seja diferente do da tela.

**qualescala** - Devolve, na tela, o valor da escala que o traçador está trabalhando.

**Obs:** A primitiva **uselápis** é usada para abaixar a caneta do traçador. As primitivas **usenada** e **useborracha** levantam a caneta.

As primitivas descritas acima, mais todas as outras do Logo, servem para utilização do traçador em qualquer aplicação gráfica. Assim como no Logo, utilizando as primitivas **contraçador** e **semtraçador** podemos trabalhar com o traçador no modo direto e no modo edição. Ou seja, podemos desativar o traçador, produzir um desenho na tela e depois reproduzi-lo na tela e no papel.

Passaremos agora a apresentar algumas avaliações feitas sobre a efetividade do traçador gráfico na escola.

## UTILIZAÇÃO DO TRAÇADOR NA ESCOLA

Dentro da nossa linha de trabalho, a etapa posterior à implementação de qualquer dispositivo educacional, é a implantação do mesmo na escola. Nesta oportunidade é feita uma avaliação da utilização do dispositivo, objetivando criar uma metodologia para o seu uso no ambiente em que ele está sendo inserido. Neste contexto, após a implementação do traçador, foi verificada a sua utilização por alunos da 6ª série do 1º grau e 3ª série do 2º grau (alunas do curso de magistério) da EEPSC João XXIII de Americana, nas disciplinas de Ciências e Matemática respectivamente.

A proposta de utilização do traçador na escola foi direcionada para a exploração dos aspectos gráficos do Logo, em sessões de 4 horas duas vezes por semana, acompanhadas, pelo autor e pelas professoras

das disciplinas de Ciências e Matemática. Durante este período foram realizadas algumas verificações relativas ao uso do traçador, avaliando-o tanto no que diz respeito ao aspecto educacional, quanto à performance técnica.

### **Avaliação de utilização do traçador gráfico como ferramenta educacional**

Do ponto de vista educacional a avaliação do traçador gráfico envolveu o trabalho com alunos iniciantes no Logo e com alunos que já conheciam a linguagem Logo.

Com relação aos iniciantes (6ª série de 1º grau), o que verificamos é que o traçador não é objeto de interesse, pois pelo fato de não conhecerem a linguagem, a atenção destes centra-se apenas na tela, explorando os efeitos imediatos dos comandos da Tartaruga. Estes alunos não conseguem se abstrair da tela e acompanhar o movimento da caneta. Com isso concluímos que a utilização do traçador naquele momento, não era adequada, uma vez que a ferramenta passava despercebida dos alunos.

Os alunos que já conheciam o Logo, diferentemente dos iniciantes, puderam explorar melhor a ferramenta. Os alunos com que trabalhamos nesta avaliação foram os do 3ª série do 2º grau que se interessaram espontaneamente em utilizar o traçador. Estes alunos que denominamos "voluntários" fizeram uso do traçador com bastante desprendimento. Começaram a trabalhar com o traçador já no modo edição, ou seja, não experimentaram os comandos no modo direto. Rapidamente se familiarizaram com o manuseio da interface e a troca de papel.

A Figura abaixo é um exemplo de atividade desenvolvida por estes alunos.

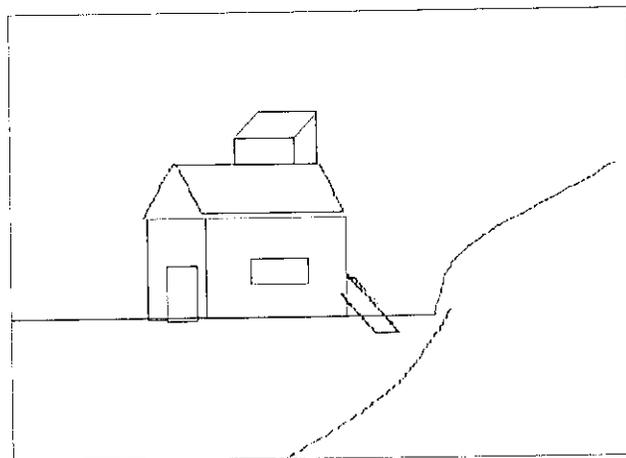


Figura 2

No que diz respeito à programação, estes alunos não só utilizaram o traçador para reproduzir desenhos que já haviam feito anteriormente e reproduzido na impressora, como também compararam desenhos reproduzidos pelo traçador com os reproduzidos pela impressora. A Figura abaixo mostra esse tipo de atividade. A conclusão dos alunos é que o traçador realmente reproduz o desenho da tela com maior qualidade. O traçador nesta atividade serviu para os alunos compararem dois trabalhos: o da máquina e o manual.

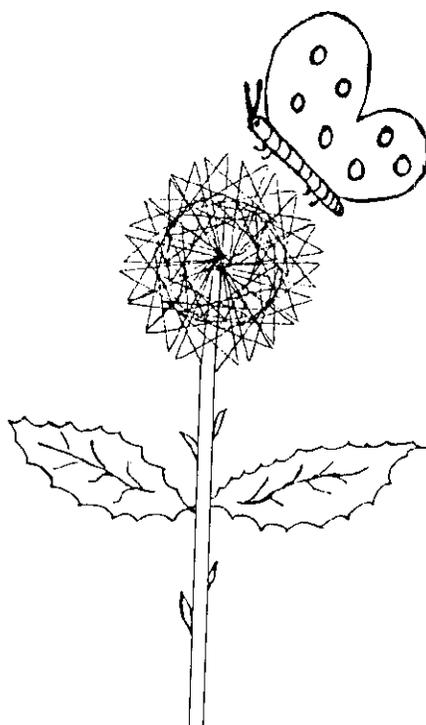


Figura 3

A utilização do traçador com eles de uma certa forma permitiu a interdisciplinaridade, quando reproduziram por exemplo, o mapa ou a bandeira do Brasil, que haviam estudado na aula de geografia. Este alunos utilizaram o comando `mudeescala` que é um recurso implementado para o traçador, que não faz parte do elenco de primitivas do Logo, e puderam comparar desenhos com escalas diferentes.

Ao trabalhar com alunos que já conhecem o Logo verificamos que existe uma certa autonomia destes em manipular o traçador, na medida em que estes alunos já conheciam a linguagem, se familiarizaram com os comandos do traçador e entenderam o mecanismo de funcionamento do mesmo facilmente. Pudemos constatar que para estes o trabalho no Logo com traçador não diferenciava em quase nada do trabalho no ambiente Logo com o qual eles já estavam acostumados.

Assim, com esses exemplos, podemos concluir que o traçador é um objeto de interesse no ambiente Logo, mas para sujeitos que já conhecem a linguagem.

## Avaliação da performance técnica do traçador gráfico

No que diz respeito à performance técnica do traçador, este foi avaliado sob os seguintes aspectos: robustez eletrônica/mecânica e facilidade de manuseio.

Com relação à robustez eletrônica, o traçador foi utilizado um mês e meio, duas vezes por semana, em algumas sessões de 4 e de 8 horas de duração. Durante as sessões a interface permanecia ligada constantemente. Do ponto de vista de robustez eletrônica consideramos a performance do mesmo satisfatória.

Com relação à robustez mecânica, o sistema mecânico implementado também teve uma boa performance. Porém, existem três aspectos interessantes deste sistema, que estão sendo avaliados, e que devem ser mencionados.

Primeiro, o fato de os eixos sobre a qual deslocam a régua e o mecanismo da caneta estarem expostos ao ar livre. Sem uma proteção sobre os eixos, acarretou o acúmulo de poeira sobre os mesmos. Isto por sua vez, cria uma certa dificuldade para o deslocamento da régua quando o traçador começa a desenhar. Esta dificuldade tende a aumentar quando o traçador fica vários dias sem ser utilizado. Assim, durante as sessões, antes de se iniciar a reprodução do desenho, a régua e a caneta têm que ser deslocadas ao longo dos seus respectivos eixos, algumas vezes, de uma extremidade à outra. Isso deve ser feito com o traçador no modo local e garantirá bom deslocamento da régua, quando da reprodução de desenhos.

Segundo, o ressecamento da tinta na caneta. O fato de a caneta utilizada no traçador ser do tipo esferográfica, e permanecer constantemente aberta, quando o traçador fica alguns dias sem ser utilizado, a tinta na ponta da caneta tende a se ressecar. Isto faz com que os primeiros traços não sejam muito nítidos.

Terceiro, ferrugem provocada pela acidez das mãos do usuário. O fato de o traçador ter alguns componentes mecânicos (eixos, régua e suporte do solenóide) feitos de material metálico (aço), passível de ser contaminado com o suor das mãos, tem ocasionado um pequeno enferrujamento destes componentes, à medida que diferentes alunos

utilizam a ferramenta. Essa ferrugem provocou mais atrito entre as partes acarretando em problemas mecânicos, e dificuldades de deslocamento das partes.

Para diminuir ou sanar as dificuldades apresentadas algumas soluções estão sendo estudadas como: trocar os componentes do traçador que são de aço por alumínio, proteger os eixos da poeira e utilizar outro tipo de caneta.

Com relação à facilidade de manuseio foi basicamente verificado se havia dificuldades ou não por parte dos alunos em manipular as chaves de controle do traçador, a colocação do papel e a troca da caneta. As duas primeiras não apresentaram nenhuma dificuldade.

A troca da caneta, no entanto, apresentou uma certa dificuldade no que diz respeito à fixação da caneta na posição vertical. Isso porque precisamos mantê-la fixa numa determinada altura que possibilite-a levantar/abaixar, obedecendo os comandos uselápis, usenada, useborracha, no modo remoto, ou então, levantada quando do deslocamento da régua no modo local.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A linguagem Logo desde o seu desenvolvimento, vem sendo usada em vários domínios. Inicialmente, ela foi usada para processamento de listas e palavras, passando em seguida a processar gráficos, e hoje a sua aplicação já é bastante diferenciada. A tendência desta linguagem é se expandir cada vez mais tanto no que diz respeito ao processamento gráfico quanto simbólico. Acreditamos que os dispositivos que apresentamos ao longo deste capítulo venham contribuir para esta expansão. Qualquer um deles é para nós mais uma ferramenta educacional a ser explorada no ambiente Logo.

Com relação ao traçador gráfico, após a verificação de uso deste na escola, tudo nos leva a crer que ele será uma ferramenta que ampliará a exploração das potencialidades gráficas do Logo, o que possivelmente tornará o computador mais atuante.

O traçador gráfico foi desenvolvido para possibilitar uma reprodução mais fiel da tela no papel, permitindo que o usuário acompanhe e controle todo o processo de execução do desenho. O fato deste instrumento propiciar ao aluno a chance de acompanhar passo a passo o seu trabalho, poderá permitir que o mesmo se engaje num processo de depuração e reflexão durante a execução do seu projeto. Este processo certamente tornará a atividade de programar mais interessante, e poderá também ampliar o horizonte a ser explorado no Logo gráfico.

Acreditamos que o traçador gráfico quando inserido num ambiente Logo passa a ser um "micromundo". Neste "micromundo" do traçador, a **atividade** é: reproduzir desenhos na tela e no papel simultaneamente; a **linguagem de programação** é o Logo expandido que possui comandos que manipulam a caneta, e o **objeto** a ser programado é o traçador em si.

O traçador neste contexto, pode ser visto como um "micromundo" especial que possibilitará não só a exploração de novas e poderosas idéias no ambiente Logo, mas que também será capaz, talvez, de permitir que conceitos aprendidos num certo domínio, sejam aplicados em outros.

O fato de o traçador possibilitar que o desenho seja interrompido e retomado a qualquer instante na tela e no papel, faz com que o aluno possa acompanhar melhor a execução do seu trabalho e refletir sobre este ainda durante a execução. Durante este processo, possivelmente ocorrerá troca de idéias sobre o trabalho entre o aluno e o professor, ou entre este e os demais colegas. Isso vai de encontro não só com a proposta de Seymour Papert, mas também com a de Margarete Axt, de que "*nos micromundos*" Logo, aluno e facilitador (professor) estão num mesmo plano, e se intercomunicam intermediados pela máquina" (1986, p. 14). No caso do traçador, acreditamos que isso se dá de um modo mais amplo, na medida em que o computador "conversa" com a Tartaruga de tela e com o traçador ao mesmo tempo e, tanto o aluno quanto o professor, se intercomunicam intermediados por estes dois objetos (Tartaruga de tela e o traçador).

A nossa hipótese é que esta "conversa" é mais ampla e tem um ganho maior para as partes envolvidas no processo, na medida em que estará, provavelmente, em discussão questões relacionadas com programação, velocidade da caneta, beleza do desenho que está sendo

produzido, a localização do desenho no papel, e a própria simultaneidade da reprodução de um mesmo trabalho em dois espaços diferentes (tela e papel).

Do ponto de vista cronológico, podemos afirmar que o traçador gráfico, de uma certa maneira, volta aos primórdios do desenvolvimento do Logo quando só existia a Tartaruga de solo. O traçador possibilita que os comandos digitados no teclado movimentem a caneta para produzir riscos no papel, analogamente à Tartaruga de solo que tinha uma caneta e deixava riscos no chão ao se deslocar. Só que agora a movimentação da caneta pode ser feita com uma sofisticação e tecnologia bem mais avançadas, obtendo riscos mais precisos no papel. Além disso, no "micromundo" do traçador, a caneta se deslocará simultaneamente com a Tartaruga da tela, reproduzindo os movimentos desta "fora" da tela.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Axt, M. (1986) *Os Micromundos Logo da Linguagem*. Ed. da Universidade, UFRGS, FUNTEVE, Porto Alegre.
- D'Abreu, J. V. (1989) *Construção de Dispositivos Interfaceáveis com Microcomputadores para fins Educacionais*. NIED - Comunicação Interna.
- Karaguilla, M. A. (1988) *Levantamento Bibliográfico dos Aspectos Envolvidos na Construção e interfaceamento de um Traçador Gráfico com Microcomputador*. NIED - Comunicação Interna.
- Papert, S. (1985) *Logo: Computadores e Educação*. Editora Brasiliense SA, São Paulo,
- Rocha V. H. (1990) *Comandos do Sistema Logo Expandido*. NIED - Comunicação Interna.

**PARTE — III**  
**EXPERIÊNCIAS NAS ESCOLAS**

## CAPÍTULO 18

### UMA ATIVIDADE LEGO-LOGO EM TRIGONOMETRIA

Odete Sidericoudes\*

#### INTRODUÇÃO

As discussões sobre o que é e como se ensina a Matemática escolar cada vez mais ganham espaço na Comunidade de Educação Matemática Internacional, inclusive no Brasil, e portanto esperam renovações na prática docente. Questiona-se também como se aprende Matemática (D' Ambrósio, 1990).

É difícil o professor se convencer de que o objetivo principal do processo educacional é que os alunos tenham maior oportunidade de desenvolver o processo de construção do seu conhecimento. O que ocorre no ensino tradicional é uma preocupação do professor em cumprir a apresentação de conceitos contidos no currículo, onde uma aula de Matemática é a apresentação de um acúmulo de fórmulas e algoritmos e aplicação de regras. De um modo geral as atividades desenvolvidas em sala de aula envolvem conceitos de difícil visualização para os alunos ocasionando a perda da autoconfiança em sua intuição matemática, desencorajando-os a tentar soluções alternativas nas resoluções de problemas. Se acostumam a resolver um número excessivo de exercícios repetitivos e esquemas de resoluções de problemas como os encontrados na maioria dos livros didáticos. Além disso a própria notação ou terminologia matemática ficou muito sofisticada e de difícil domínio.

Por essa razão, provocam distorções no processo de ensino aprendizagem. Isso podemos verificar na dificuldade que a maioria dos

---

\*Professora da EEPSC "João XXIII" de Americana, SP

alunos tem de aprender conceitos de Matemática. Não conseguem perceber para que serve o que aprenderam e cada vez mais o ensino se distancia da realidade. De que adianta um aluno memorizar o Teorema de Pitágoras se não tem consciência do que pode fazer com essa informação na resolução de problemas da vida real que envolvem o cálculo de distâncias entre objetos?

O professor precisa alterar esse quadro, modificando a sua proposta pedagógica, optando por práticas educativas que colocam o aluno como centro do processo educacional. Essas propostas teriam que considerar o aluno como um ser ativo no processo de construção do seu conhecimento. Nesse contexto o papel do professor é de mediador desse processo nas atividades propostas aos alunos e por eles realizadas. As atividades propostas em sala de aula devem ser orientadas de forma que os alunos não se limitem a memorizar fatos e procedimentos mecânicos, pelo contrário, possam compreender os conceitos e reconhecer a sua aplicabilidade em situações por eles vivenciadas.

Precisamos estimular o aluno a raciocinar, descrever o raciocínio em termos matemáticos, depurar as idéias, criando condições em nossas aulas para que isso ocorra. Uma das formas é a elaboração de propostas que possibilitem:

- o envolvimento ativo dos alunos na formulação de hipóteses na investigação e exploração de idéias e que os levem a discutir e colocar em prática a sua própria maneira de pensar, a validar resultados e a construir argumentos que convençam.

- a matematização de situações reais implicando na criação ou adaptação de um modelo matemático da situação, aplicação de diversos métodos matemáticos a esse modelo e a verificação da sua validade perante a situação concreta.

- a depuração, em função de resultados encontrados conflitantes quando comparados com os resultados originados entre os colegas.

É importante ressaltar que os conceitos contidos no currículo precisam ser tratados de forma que os alunos se envolvam em situações nas quais tais conceitos estejam presentes. É preciso estimular atividades

de resolução de problemas na sala de aula, através de ambientes potencialmente poderosos, visando proporcionar o aprendizado.

Essas propostas que visam a melhoria do ensino da Matemática têm sido abordadas de maneira concreta na minha prática docente desde a entrada de novos recursos didáticos, como o computador - Logo - através do Projeto EDUCOM.

O ambiente computacional Logo, na Matemática, permite a exploração de vários conceitos e é uma ferramenta para o seu aprendizado. Como diz Papert, o Logo é a Mathland, permitindo uma exploração de várias formas de resolução de problemas (Papert, 1980).

Como extensão desse ambiente, utilizo outra aplicação - o sistema LEGO-Logo - (Ver Capítulo 4 desse livro).

Com a introdução dessa ferramenta nas nossas aulas, surgiu a oportunidade de utilizar modelos e simulações como estratégias matematizando situações reais.

## **INTRODUÇÃO DO LEGO-LOGO NA EEPSEG "JOÃO XXIII"**

Inicialmente o sistema LEGO-Logo foi introduzido para alunos das séries do segundo grau nas disciplinas de Física e Matemática em horários extraclasse.

Numa primeira etapa, as atividades desenvolvidas pelos alunos ocorreu, em grupos, realizando projetos simples com o objetivo de se familiarizarem com as peças do LEGO. Numa segunda etapa, colocavam o "invento" para funcionar, conectando-o ao computador e escrevendo o programa para comandá-lo. Numa terceira etapa, desenvolveram projetos individuais, dada a preferência que apresentavam na construção de um determinado tipo de máquina. Dessa forma, cada aluno tinha seu "invento". Numa quarta etapa, LEGO-Logo foi incorporado à disciplina de Matemática.

No decorrer dessas três primeiras etapas pude notar que alguns alunos se sentiam a vontade com todas aquelas peças, ao contrário de

outros, que no início se sentiam assustados e inseguros por nunca terem tido a oportunidade de "construir uma máquina". Pelo fato do LEGO-Logo ser um ambiente, professor e aluno, sentem-se livres para usá-lo de diferentes formas. Daí surgiu a possibilidade de usá-lo no horário regular de aula, como parte da disciplina de Matemática. Além desse horário, o aluno também utiliza o horário extra-classe para trabalhar no laboratório Logo.

Como os projetos desenvolvidos com o sistema LEGO-Logo demandam um tempo maior que o reservado a uma hora/aula no sistema tradicional, o seu uso em horário regular de aula foi possível graças a implantação do sistema modular na escola.

O Projeto de Ensino através de Módulos da EEPSPG "João XXIII", surgiu com a autonomia administrativa, financeira e pedagógica dada às Unidades Escolares denominadas Escolas Padrão pelo Governo de Estado de São Paulo. Um módulo é definido como um conjunto de aulas ministradas intensivamente e excludentemente, durante um determinado tempo relativo à carga horária de cada disciplina. Dessa forma, no sistema modular, o aluno elimina uma disciplina em um período (duração do módulo) correspondente a sua carga horária anual. Assim, aluno e professor trabalham juntos cerca de cinco a seis horas/aula por dia por algumas semanas.

A dedicação do professor a uma única turma por vez favorece o estreitamento das relações interpessoais (professor-aluno), o aprofundamento nos conteúdos da disciplina e a realização de atividades que demandam um tempo maior.

Durante o ano letivo o professor trabalha com diferentes séries e portanto, várias atividades com o dispositivo LEGO-Logo foram desenvolvidas com os alunos. Dentre elas, uma proposta de trabalho no contexto da Trigonometria.

## LEGO-LOGO NO CONTEXTO DA TRIGONOMETRIA DO SEGUNDO GRAU

A proposta tinha como objetivo de reavivar o interesse do aluno pela Matemática e em especial da Trigonometria. Mais ainda: criar um ambiente, onde ele, aluno, pudesse criar seu objeto de trabalho, manuseá-lo e compreender de fato os conceitos matemáticos que por ventura surgissem, isto é, "fazer Matemática", ou melhor, "aprender Matemática, fazendo Matemática".

No caso que vou relatar, a intenção era que o aluno construísse um objeto e através do seu manuseio compreendesse o Teorema de Pitágoras e reconhecesse a sua aplicabilidade em situações do dia a dia. Além desse conceito, também estavam envolvidos outros como: razão, cálculo de distâncias, perpendicularismo, funções, relações trigonométricas no triângulo retângulo, medidas de ângulos, etc.

Cabe ressaltar que conceitos de Física que surgiram durante o desenvolvimento da atividade foram também trabalhados pelos alunos conforme relatado no capítulo 19 desse livro.

### Proposta de Trabalho

Construir um carrinho com os blocos do brinquedo educativo LEGO e comandado pelo computador de tal forma que ele possa subir um plano inclinado. Calcular a maior inclinação do plano (formado pela rampa e o chão) que o carrinho consegue subir.

### Metodologia

O conteúdo do programa na disciplina de Matemática para o 1º período do nível médio foi ministrado em um módulo de 20 dias com aproximadamente 120 horas/aula. A classe com 36 alunos foi dividida em 2 turmas, cada uma com 9 duplas. Trabalharam com atividades distintas em dois ambientes (Ambiente Logo e Ambiente LEGO-Logo) utilizando o horário regular de aula e dispondo de 3 horas/aula para cada atividade.

Enquanto uma turma trabalhava no Ambiente LEGO-Logo, a outra trabalhava no Ambiente Logo desenhando uma palavra com as letras do alfabeto que na sua construção utilizam além do ângulo reto, ângulos agudos (Valente e Valente, 1988). Terminado o prazo, houve a troca pelas turmas.

A atividade desenvolvida no Ambiente LEGO-Logo será comentada abaixo.

Para a construção da "rampa" utilizaram uma tábua de forma retangular e uma escada colocada sobre uma base para que ela ficasse numa posição vertical. A tábua ficou apoiada nos degraus da escada conforme mostra a Figura 1.

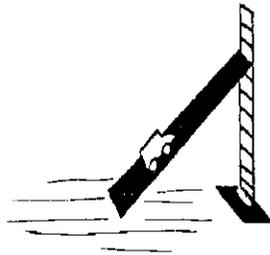


Figura 1

Inicialmente os alunos montaram os carrinhos com as peças do LEGO e conectaram ao computador.

Na construção dos carrinhos, o objetivo era que o mesmo andasse sem importar com a sua velocidade. Durante todo o tempo de montagem os alunos iam testando para a verificação do seu funcionamento. Quando pronto, colocavam no início da rampa para que ele a percorresse. Caso não apresentasse força suficiente para "subir a rampa", o ângulo de inclinação da mesma com o chão era diminuído até o desejado, significando que teria que descer os degraus da escada.

Utilizaram fita métrica para efetuar as medições e anotaram os dados numa ficha de identificação da dupla. Na ficha, os alunos anotaram todas as observações e conclusões finais das etapas da resolução do problema.

## RESULTADOS

Por razões práticas, comentaremos o desenvolvimento da atividade por apenas uma dupla de alunos.

Na tentativa de fazer o carrinho subir começaram a analisar a relação entre o ângulo de inclinação da rampa com o chão, o comprimento da rampa, o comprimento da escada de apoio e a distância entre o início da rampa e a base da escada. Observaram que a medida da tábua não se modificava, ou melhor, a medida do comprimento da rampa era constante e quanto maior a altura da escada, maior era o ângulo de inclinação da rampa com o chão. Com esses dados concluíram que o ângulo de inclinação da rampa com o chão dependia, isto é, estava em função da altura da escada (Figura 2 e Figura 3).

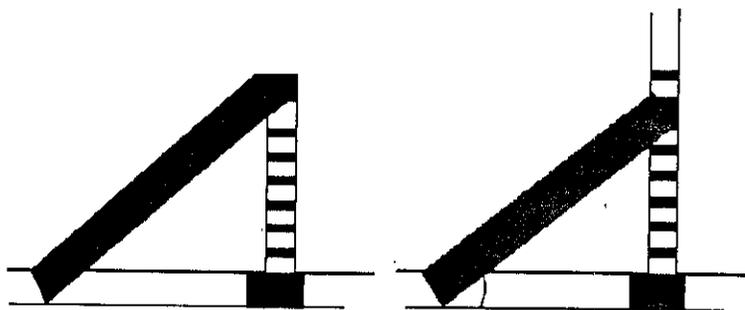


Figura 2

Figura 3

Além disso, continuando as conjecturas, descobriram que o ângulo de inclinação da rampa com o chão se tratava de um ângulo agudo e nunca assumiria o valor de 90 graus e tão pouco de 0 grau. Para o primeiro valor a rampa estaria numa posição paralela à escada de apoio o que tornaria impossível o carro subir (Figura 4) e para o segundo valor, o ângulo de inclinação não existiria (não haveria "subida da rampa") pois a rampa seria o próprio chão (Figura 5).

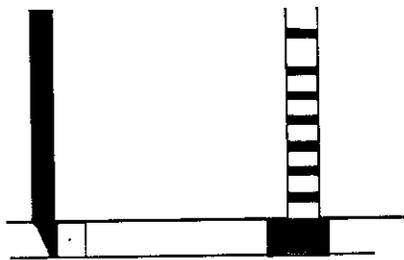


Figura 4

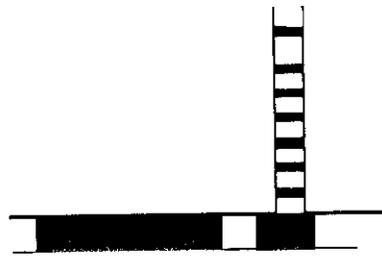


Figura 5

Também perceberam que enquanto o valor correspondente à altura da escada (número de degraus necessários para apoiar a rampa) aumentava, a distância da base da escada ao início da rampa diminuía. Portanto, a situação desejada seria a rampa estar apoiada no último degrau da escada. Isto significava atingir o valor máximo do ângulo de inclinação da rampa com o chão (Figura 6 e Figura 7).

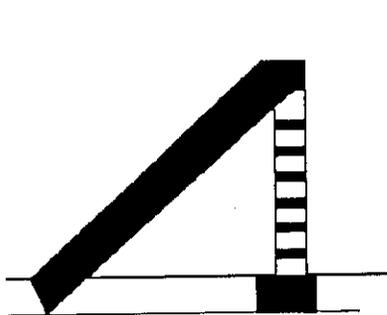


Figura 6

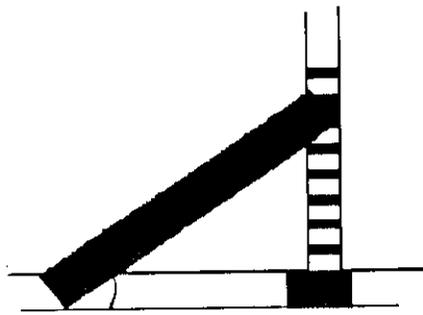


Figura 7

Para que isso ocorresse era necessário que o carrinho tivesse um bom desempenho na sua subida, ou seja, apresentasse força suficiente para subir toda a rampa. Algumas duplas na disputa pela melhor colocação, modificavam os carrinhos, alterando os jogos de engrenagens, na expectativa de uma melhor performance do seu "inventor".

Durante toda essa tentativa de fazer o carrinho subir, houve várias formulações de hipóteses, discussão e conclusão das mesmas. Após a definição da inclinação da "rampa" deram início às medições necessárias para a resolução do problema, pois era a única forma que a dupla tinha de quantificar o ângulo de inclinação que o carrinho conseguiu subir.

Uma das duplas, como mostra a ficha de anotações (Anexo I) usou como modelo da situação da rampa, escada e chão um triângulo retângulo. Com base nesses dados deram início aos cálculos. Para a determinação do ângulo de inclinação, um dos alunos da dupla sugeriu que utilizassem o Teorema de Pitágoras pois detectou que o comprimento da "rampa" correspondia à hipotenusa de um triângulo retângulo, e a altura da escada correspondia ao cateto oposto ao ângulo formado pela rampa e o chão. Ao utilizarem a fórmula, verificaram que além dos dois elementos anteriores eles também possuíam a distância entre o início da rampa até a base da escada que correspondia ao cateto adjacente ao ângulo de inclinação. Perceberam que a estratégia proposta não era conveniente para a resolução do problema pois apenas confirmava se tratar de um triângulo retângulo (Ver Anexo I).

Portanto, logo em seguida, o outro propôs uma nova estratégia: Dividindo a medida da altura da base até o degrau da escada onde estava apoiada a rampa (cateto oposto ao ângulo de inclinação) pela medida da distância da base da escada até o início da rampa (cateto adjacente ao ângulo de inclinação) encontramos o valor da tangente desse ângulo. Ao mesmo tempo, perceberam também que poderiam obter de forma análoga as outras relações seno e cosseno desse mesmo ângulo.

O valor procurado ainda era desconhecido (ângulo de inclinação). Para obtenção desse valor necessitavam de conceitos que ainda não haviam utilizado. Com o auxílio da professora, utilizaram a função  $\arctan$  existente no Logo ou as tabelas trigonométricas para chegarem à amplitude do ângulo. Puderam constatar que, mesmo que utilizassem das outras funções (arcseno e arccosseno), os resultados correspondiam a um mesmo ângulo.

Essa foi a oportunidade e a maneira que utilizei para introduzir os conceitos trigonométricos exigidos pelo conteúdo curricular.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Minha participação no Projeto EDUCOM contribuiu para uma reflexão e renovações na prática educativa. Esse convencimento de renovações se deu graças ao trabalho realizado com a utilização de novos recursos pedagógicos, como o computador - Logo - e o sistema LEGO-Logo com a implantação do Projeto na Unidade Escolar onde atuo como professora de Matemática.

Já lecionava há dez anos quando me engajei no Projeto. Basicamente seguia o método tradicional de ensino. Na sala de aula, tudo era dirigido e controlado por mim: as aulas se resumiam em um acúmulo de fatos e informações desnecessárias para o aluno, utilização de problemas que não incentivam o aluno a pensar e a raciocinar, nada de troca de informações entre alunos, rigor com a disciplina da classe, preocupação em cumprir o conteúdo exigido, avaliações tradicionais.

No entanto, já questionava esse ensino. Não estava convencida se o que estava fazendo era o correto. Sentia que não era o caminho certo. Tanto que quando comecei a trabalhar no Projeto, o fiz com certa apreensão, na esperança de mudanças. Sabia que era preciso muita coragem, dedicação e confiança para levar adiante. Como iria ensinar Matemática através de atividades em diferentes ambientes, utilizando ferramentas estranhas? E os alunos aprenderiam?

Meu envolvimento no Projeto levantou tantas perguntas que não tinha mais certeza de nada. Começava a detectar pontos falhos na antiga maneira de ensinar e ainda não havia conseguido elaborar novas maneiras mais eficazes. Com o desenvolvimento das atividades, novas metodologias foram sendo testadas buscando sempre formas mais eficazes para o ensino da Matemática.

Com a utilização do sistema LEGO-Logo foi permitida e estimulada a construção do pensamento matemático do aluno no desenvolvimento de atividades como a relatada neste artigo. Foi possível analisar algumas das implicações dessa atividade utilizando simulações e modelos no currículo, no professor e no aluno, na disciplina de Matemática, no contexto da Trigonometria.

Em relação aos comentários e opiniões dos alunos notei uma nítida preferência pelas aulas nos ambientes citados (Ambiente Logo e Ambiente LEGO-Logo). Disseram que se sentiram entusiasmados pelo uso dessa ferramenta pois as aulas de Matemática puderam ser diferentes da rotina de sala de aula. E que, a criação de um ambiente de aprendizagem mais favorável ao entendimento, fizeram com que desenvolvessem o gosto pela Trigonometria.

Sentiram e revelaram que esse trabalho os levou a pensar e raciocinar de outra forma, visto que o problema proposto era uma situação conhecida para eles mas nunca imaginaram o que podiam saber e estudar sobre ela.

No desenvolvimento da atividade cada um pôde escolher a estratégia a ser utilizada na resolução do problema. Pude perceber que essa escolha se deu pelo caminho que fez sentido para ele e não o que determina o professor ou o livro didático. Essa liberdade na escolha da estratégia permitiu ao aluno a autoconfiança na sua intuição matemática, encorajando-o a procurar e experimentar caminhos que não sejam os ideais para a situação.

Um outro fato importante que ocorreu durante o desenvolvimento da atividade foi não só a ajuda entre os pares, mas entre os grupos. O que de início era competição terminou em cooperação. Além de ser ouvido, na sua tentativa de resolver o problema, foi elogiado também por sua "idéia brilhante" pelo colega e pelo professor. Essa mudança que ocorre no ambiente derruba o mito de que o professor é o "dono do saber". Ele precisa estar aberto a essas mudanças permitindo ao aluno essa liberdade no processo da construção do seu conhecimento passando a assumir um papel de mediador nesse processo. Também encorajar o aluno a interpretar fenômenos matemáticos e explicá-los dentro da sua concepção matemática.

Além do aspecto da Trigonometria, o manuseio do material LEGO deu oportunidade aos alunos de conhecerem e descobrirem a utilidade de peças que fazem parte de um carro ou de outras máquinas que estão presente no seu dia a dia. E o que é mais relevante o fato de que o aluno se torna um "inventor" podendo aí usar toda a sua criatividade. Usando o LEGO-Logo, os alunos constroem máquinas com as peças LEGO, conectam ao computador, e escrevem o seu programa para controlá-las.

Estas atividades promovem um ambiente mais significativo e motivador para a aprendizagem do aluno. Dessa forma, conceitos tradicionais do currículo de Matemática e de outras disciplinas são introduzidos ao aluno. Aqui não existe a divisão disciplinar, mas tudo acontece, pois trata-se da resolução de um problema que envolve conceitos trigonométricos, medidas, proporções, etc.

Em outras circunstâncias, o ensino da Trigonometria é muito difícil. Na formulação de um problema espera-se que o aluno imagine a situação descrita no enunciado do mesmo, visualize e represente num modelo. O aluno desenha no caderno, recorre às fórmulas dadas pelo professor ou a um outro problema semelhante e fica procurando "quem é quem" para efetuar a resolução do mesmo. Não vivenciar a situação descrita torna-se muito complicado para ele.

A atividade desenvolvida tem como ponto central o aprendizado através do fazer. O aluno aprende fazendo. O aspecto lúdico das simulações tornaram as atividades mais agradáveis proporcionando o aprendizado e a oportunidade do uso de técnicas de resolução de problemas, aumentando as possibilidades de concretizações das situações do dia a dia. Além disso, através das fichas de anotações do desenvolvimento da atividade, pudemos analisar não só o processo de cognição do aluno, mas a reflexão desse processo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

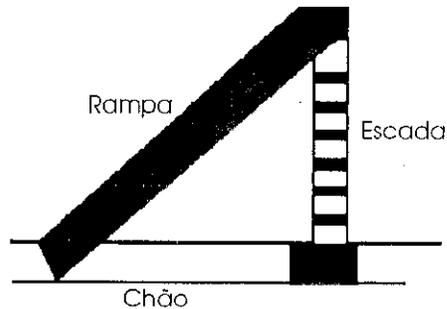
- D'Ambrósio, U. (1990) *Etnomatemática - Arte ou Técnica de Explicar e Conhecer*, São Paulo: Editora Ática.
- Papert, S. (1980) *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. Basic Books, New York. Traduzido para o Português em 1985 como *Logo: Computadores e Educação*, Editora Brasiliense, São Paulo.
- Valente, J.A. e Valente, A.B. (1988) *Logo: Conceitos, Aplicações e Projetos*, Editora McGraw-Hill, São Paulo.

# ANEXO I

## FICHA

### Modelo do problema proposto

1)



- a) Medida da rampa = hipotenusa
- b) Altura da escada = cateto oposto ao ângulo de inclinação
- c) Distância entre o pé da rampa e a base da escada = cateto adjacente ao ângulo de inclinação
- d) Ângulo de inclinação entre a rampa e o chão =  $\alpha$

2)

Teorema de Pitágoras

$$(\text{hipotenusa})^2 = (\text{cateto})^2 + (\text{cateto})^2$$

$$(\text{rampa})^2 = (\text{escada})^2 + (\text{chão})^2$$

$$(100 \text{ cm})^2 = (82 \text{ cm})^2 + (57 \text{ cm})^2$$

$$10000 \cong 6724 + 3245$$

$$10000 \cong 9989$$

Portanto, o triângulo é retângulo.

3)

$$\frac{\text{altura escada}}{\text{chão}} = \operatorname{tg} \alpha \quad \frac{\text{altura escada}}{\text{rampa}} = \operatorname{sen} \alpha \quad \frac{\text{chão}}{\text{rampa}} = \operatorname{cos} \alpha$$

$$\frac{82 \text{ cm}}{57 \text{ cm}} = 1,43$$

$$\frac{82 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 0,82$$

$$\frac{57 \text{ cm}}{100 \text{ cm}} = 0,57$$

$$\operatorname{arctan} 1,43 = \alpha \quad \operatorname{arcsen} 0,82 = \alpha \quad \operatorname{arccos} 0,57 = \alpha$$

$$\text{Logo, } \alpha = 55^\circ$$

## CAPÍTULO 19

### O SISTEMA LEGO-LOGO NO ENSINO DA FÍSICA

Célia Decresci de Oliveira\*

#### INTRODUÇÃO

O trabalho com LEGO-Logo na disciplina de Física, baseou-se na observação do Trabalho de Matemática: "Uma atividade LEGO-Logo em Trigonometria", onde um carrinho subia uma rampa e, variando a altura e o comprimento da mesma, calculava-se o valor do ângulo, como descrito no capítulo 18 deste livro. Esse tipo de atividade cabe na descoberta da Física e relaciona-se estritamente com os projetos e movimentos que o ambiente LEGO-Logo oferece.

Procurando introduzir esse mundo das peças LEGO: engrenagens, motores, rodas, esteiras, etc, e integrá-lo com o ambiente Logo, que lhe dá movimento, foi possível substituir as atividades de resoluções de problemas em sala de aula. Essa atividade de sala de aula, na maioria das vezes, focaliza mais o pensamento analítico, ao invés de algo mais real, prático e criativo.

Construindo seu próprio objeto, o aluno tem oportunidade de explorar e fazer uso de muitas idéias, além de colocar em seu trabalho uma carga afetiva, e, portanto, de muito mais interesse. Como resultado, eles ficam mais propensos a explorar e a fazer profundas conexões cognitivas com os processos estudados.

No ambiente LEGO-Logo não é necessário seguir uma metodologia rígida, pois, à medida que surgem as perguntas, ao invés de respondê-las, o aluno é induzido a descobrir sua própria resposta. Se por

---

\*Professora da EEPSC "João XXIII" de Americana, SP

ventura surge uma mensagem de "erro" o mesmo perde a conotação de valor negativo e passa a servir de estímulo para novas descobertas e, conseqüentemente, novas resoluções. O "erro" agora é um elemento importante que, junto a orientação do professor, levará o aluno a se questionar, a pesquisar, a procurar soluções para problemas, a investir em novos conhecimentos.

Assim, os conceitos aprendidos em sala de aula, ganham entendimento mais profundo, pois estão embutidos em atividades mais significativas e reais. O professor assume agora o papel de facilitador. Menos crítico, ele auxiliará de forma a se colocar numa situação de igualdade perante o aluno, criando assim uma relação de "companheirismo".

Reforça-se aqui esse novo processo ensino-aprendizagem: o aluno "aprende a aprender" e o professor "aprende" a orientar e auxiliar. Através desses processos, que o ambiente LEGO-Logo proporciona, as dificuldades e dúvidas na disciplina de Física deixam de existir, e tornam seu aprendizado bem mais rico e agradável.

## **TRABALHANDO COM O MOVIMENTO UNIFORME E UNIFORMEMENTE VARIADO**

A idéia desta experiência brotou da minha observação obtida durante os trabalhos realizados na disciplina de Matemática acima citada. Durante o acompanhamento desse trabalho, fui acometida por um insight que me levou a esboçar todo um projeto que seria fantástico nas minhas aulas de Física.

Os carrinhos movimentando-se nas rampas proporcionaram-me um verdadeiro painel de conceitos que poderiam ser introduzidos por mim na disciplina. Esses movimentos acontecendo no plano horizontal (chão) e no inclinado (rampa) possibilitariam trabalhar com conceitos do Movimento Uniforme e Movimento Uniformemente Variado.

## Proposta da Atividade

Construir um carrinho com os brinquedos LEGO. O carrinho comandado pelo computador se movimentará no plano horizontal e no inclinado. Calcular a velocidade com a qual o carrinho consegue se movimentar através do espaço percorrido e do intervalo de tempo.

## Metodologia

A disciplina de Física para a 1ª série do 2º grau foi ministrada em um módulo de 14 dias, totalizando 90 horas/aula. Essa classe envolvida na atividade composta de 36 alunos foi dividida em 9 grupos com 4 alunos cada. Foi realizada no horário regular de aula e nos horários extra-classe totalizando cerca de 12 horas/aula.

O chão foi demarcado segundo uma escala para que a distância percorrida pelos carrinhos pudesse ser anotada.

Alguns passaram a construir o seu carrinho e outros como já o possuíam pronto, apenas aprimoraram. Depois de acabado, conectaram ao computador.

## Desenvolvimento

Para um bom desenvolvimento da atividade, foi realizada em dois momentos que chamarei de 1ª e 2ª experiência. Na 1ª experiência os alunos trabalharam somente com o plano horizontal pois objetivava a introdução de conceitos de espaço percorrido, intervalo de tempo e velocidade escalar. Na 2ª experiência, utilizaram o plano inclinado (rampa) para o estudo de espaço, velocidade e aceleração angular.

Para que os carrinhos se movimentassem, os alunos elaboraram procedimentos utilizando os comandos do Sistema LEGO-Logo. Quando da execução dos procedimentos, alguns foram alterados de forma que pudessem atender a variação do tempo exigida pelo problema.

## 1ª Experiência

Movimentando os carrinhos, mediram os diversos percursos realizados pelos mesmos percebendo, assim, a noção de variação de espaço escalar.

Variando o tempo no procedimento que comanda o carrinho, fizeram várias medidas do espaço percorrido em função do tempo, entendendo assim, conceitos de intervalo de tempo.

Usando as medidas do espaço percorrido pelo carrinho em cada variação de tempo, foi inserida a fórmula do cálculo da velocidade, ou seja, que velocidade é o espaço percorrido pelo móvel em um determinado intervalo de tempo.

Partindo do cálculo da velocidade foi introduzida a noção de aceleração, entendendo que ela é a medida da grandeza da velocidade em um determinado intervalo de tempo.

Toda essa parte que constitui da 1ª experiência foi realizada novamente utilizando o sistema LEGO-Logo, acrescido de novos procedimentos elaborados pelos alunos para a 2ª experiência.

## 2ª Experiência

Para realização dessa experiência utilizaram a rampa projetada para a atividade de Matemática acima citada.

Com os brinquedos LEGO foram montados novos carrinhos com redução de velocidade e, conseqüente aumento de força. Foram alterados a altura e o comprimento da rampa, diversificando, assim, seu ângulo de inclinação.

Com o programa LEGO-Logo no computador, acionaram os carrinhos para verificar se os mesmos subiam as diversas variações dos ângulos formados.

Utilizando os conceitos de Seno e Cosseno, desenvolvidos em Matemática, e introduzindo as fórmulas de Física para Espaço, Velocidade e Aceleração Angular, calcularam:

- a) espaço angular: alguns partiram da medida do raio das rodas, achando perímetro da circunferência; outros, marcaram um ponto na circunferência da roda, giraram uma volta e mediram o espaço percorrido pela mesma. Adaptando o conta-giro do LEGO, calcularam o espaço percorrido pelo número de voltas, em cada intervalo de tempo.
- b) velocidade angular: conhecendo o espaço angular e aplicando a fórmula espaço angular dividido pelo intervalo de tempo, chegaram a velocidade angular.
- c) aceleração angular: com o resultado obtido da velocidade angular dividida pelo tempo foi encontrada a aceleração angular.

Para conhecer, matematicamente, o carrinho que teve melhor desempenho, calcularam as diversas inclinações da rampa através das funções seno e cosseno, determinando assim, o ângulo de inclinação. Observaram, então, que quanto mais inclinada a rampa, maior o ângulo de abertura, e maior força necessitava o carrinho para subir. Isto implicava em uma redução de velocidade. Aperfeiçoando seus projetos e utilizando o sistema LEGO-Logo, também acrescido de novos programas, toda a experiência foi realizada novamente com o objetivo de fazer o carrinho subir a rampa com maior ângulo de inclinação possível.

Todas essas observações enriqueceram ainda mais a experiência e introduziram peças que fariam parte de novos conhecimentos em outros capítulos da disciplina de Física.

## **Comentários**

Com as noções de espaço, velocidade e aceleração vistos em sala de aula observaram os diferentes movimentos executados pelos mais diversos modelos de carrinhos, em um plano (movimento retilíneo).

Alguns desenvolveram maior velocidade e outros menor velocidade. Observando essas diferenças tentavam mudar as estruturas dos carrinhos para fazê-los percorrer maior espaço ou para que não fossem tão lentos, ou então para que não desviassem do plano estabelecido, etc. Essas observações geraram novas perguntas, novas respostas, novos conhecimentos, novas descobertas.

Fazendo uso das fórmulas e usando os comandos Logo acoplados aos carrinhos LEGO, cada grupo desenvolveu as seguintes fases:

- Na primeira experiência, alguns alunos perceberam, que assim que começaram a variar o tempo e, conseqüentemente, a distância percorrida, a divisão do espaço pelo tempo é igual a velocidade.

- Encontrando a velocidade já perguntavam como poderiam calcular a aceleração. Partindo dos cálculos, comprovaram com facilidade qual carrinho havia desenvolvido maior velocidade e melhor eficiência.

- Descobriram que os cálculos abstratos, dados em sala de aula, tornavam -se concretos e significativos quando executados em um experimento.

- Avaliando seus projetos, aperfeiçoaram a montagem dos mesmos partindo para novas experiências, reforçando e dando mais convicção aos conhecimentos adquiridos.

- Observando os detalhes mecânicos do carrinho que conseguiu subir a rampa mais inclinada, foram levantadas as mais diversas questões, como conceitos de força, massa, atrito, trabalho, etc, que é a seqüência do programa oficial da disciplina de Física.

O ambiente LEGO-Logo reforça os conhecimentos adquiridos em sala de aula, proporciona, sem o uso de uma metodologia rígida, uma organização e uma seqüência do processo de aprendizagem e promove uma integração com outras disciplinas.

- Estimulou-se a competitividade entre os grupos, que favoreceu ainda mais a observação pelos protótipos executados e aumentou o interesse pelo uso efetivo do cálculo e pelo conhecimento das fórmulas.

- Utilizando a linguagem Logo para movimentar os carrinhos, criaram programas mais sofisticados e procuraram explorar mais profundamente todos os conceitos possíveis.

- Através dos mais diversos experimentos comprovaram a eficácia de seu projeto, utilizando as atividades paralelas, como tentar diminuir o "peso" do carrinho, para aumentar a velocidade; trocar as rodas, para conseguir maior aderência ao solo; trocar as polias, para aumentar ou diminuir a velocidade; colocar peças para um melhor equilíbrio do carrinho, etc. O uso desses novos equipamentos despertou no aluno o interesse para o estudo do sistema de forças, atrito, trabalho, etc.

Todas essas observações enriqueceram ainda mais as experiências e introduziram peças que fariam parte de novos conhecimentos em outros tópicos da disciplina de Física.

## CONCLUSÕES LEVANTADAS ATRAVÉS DE OPINIÕES

Muitas situações de aprendizagem propostas, especificamente as referentes à Mecânica, exigem certo grau de abstração. Experiências concretas sobre as quais os alunos possam operar para desenvolver o raciocínio abstrato, podem provir do ambiente LEGO-Logo. Ele permite, com os brinquedos LEGO, a execução detalhada de um projeto, e conectado ao ambiente Logo dar movimento a esse projeto e facilitar os cálculos utilizados em Física.

Ainda que a maioria dos experimentos necessários ao desenvolvimento dos conteúdos programáticos propostos possam realizar-se em salas comuns, a existência de salas-ambiente criam melhores condições para sua execução.

Experimentos de demonstração realizados pelo professor são interessante e úteis, mas experimentos realizados pelos alunos são, em geral, mais efetivos na aprendizagem.

Um exemplo disso é que embora tivessem conhecimento de Física, a 2ª série desenvolveu o projeto da mesma maneira que a 1ª série. O resultado final de ambos foi o mesmo. Justifica-se daí, que o uso do

sistema LEGO-Logo propiciou condições para que a 1ª série atingisse o mesmo nível da 2ª, com segurança e num espaço de tempo menor.

Através da montagem dos carrinhos foi possível detectar entre os alunos, tendências diversas, tais como:

- alguns preocuparam-se somente com o adorno projetando máquinas sofisticadas, que não tinham um bom desempenho mecânico e colocaram até nomes nos carrinhos;

- outros preocuparam-se com a mecânica e com o melhor desempenho, deixando de lado o "design", projetando verdadeiros "esqueletos", mas que conseguiram um resultado notável na subida da rampa;

- outros, ainda, procuraram adaptar o projeto sofisticado a uma mecânica funcional.

De qualquer forma, o ambiente LEGO-Logo torna efetivamente possível a análise do estilo cognitivo do aluno, proporcionando melhores condições de aprendizagem e desenvolvimento mais rico dos conceitos científicos. Mesmo com a introdução de novos conceitos os alunos rapidamente se apropriam das novas idéias, ganhando um entendimento mais profundo e, sendo bem sucedidos na resolução das fórmulas aplicadas.

A construção de carrinhos viabilizou a troca de experiências e conhecimentos, a pesquisa, a depuração de informações, a aquisição de técnicas, o levantamento de hipóteses, a comprovação dos resultados obtidos, além da interação com todas as áreas ligadas à Física. Além disso, esses projetos proporcionam aos alunos uma nova avaliação de como os cientistas desenvolveram seu trabalho, dando maior valor a cada tópico da matéria estudada.

Física, no ambiente LEGO-Logo, perdeu muito de sua abstração do ensino tradicional e recuperou sua verdadeira dinâmica. Para o Professor é gratificante ver o aluno desenvolver sua obra, colocar nome, conversar com ela, tentar entendê-la e se realizar através dela e ainda ouvir de sua boca: "*Puxa, Dona! Isto é Física ? Que Legal!*"

## CAPÍTULO 20

### EXPECTATIVAS E REFLEXÕES SOBRE O USO DO COMPUTADOR COMO RECURSO PEDAGÓGICO

Célia Decresci de Oliveira\*

Elisabeti de Azevedo Cheretti\*

Nilze Maria Sabatini Nascimbem\*

Odete Sidericoudes\*

Vania Regina Faça\*

Viviani Rose Ortelli\*

#### INTRODUÇÃO

Este relato descreve a reflexão sobre uma caminhada de dez anos, quando nos engajamos no Projeto EDUCOM. Foi através do desenvolvimento do Projeto que pudemos criar espaços no ambiente educacional que possibilitaram o crescimento conjunto de professores e alunos.

Num primeiro momento, o uso do computador e da linguagem Logo representavam um desafio. Seríamos as pioneiras, visto que pouco material de pesquisa ou publicações a respeito haviam. Hoje o sonho tornou-se realidade. O laboratório Logo é um espaço atuante nas aulas. A frieza da linguagem fundiu-se ao calor da sala de aula e das relações aluno-professor, aluno-aluno, possibilitando a criação de bons projetos e a incorporação do Projeto pelo grupo.

O Projeto EDUCOM é, e continuará sendo, uma caminhada a novas posturas e abordagens pedagógicas, originando novas

---

\* Professoras da EEPSEG "João XXIII" de Americana, SP

metodologias que possibilitarão a depuração das maneiras de utilizar o computador como um recurso escolar.

## EXPECTATIVAS

Em 1983, a EEPSC "João XXIII", recebeu o convite da UNICAMP para participar de um projeto de implantação da Informática na Educação. Ao aceitá-lo, não tínhamos a menor idéia da amplitude do mesmo.

Uma equipe, formada por professores e especialistas, juntamente com o NIED/UNICAMP, deu início a uma jornada de leituras e discussões de diferentes textos referentes a correntes metodológicas, ao uso do computador na Educação, à teoria cognitiva de aprendizagem, diretamente envolvida na proposta, e, conseqüentemente, suas implicações na filosofia Logo.

Esse primeiro contato, ainda tão somente no plano teórico, levou-nos a discussões e a sentir a necessidade de se refletir sobre a prática educativa vigente. Sabíamos de antemão que precisávamos alterar a ordem dos fatos. Nossa postura e fundamentos metodológicos precisavam ser revistos. Problemas foram levantados e conscientizados de que não estavam incorporados na prática docente. Como solucioná-los? Simplesmente o uso do computador seria a solução para nossas angústias? Sabíamos que não, antes de mais nada era preciso passar por esta fundamentação para que pudéssemos ter condições de abraçar a nova proposta que nos apresentavam.

Aceitamos o desafio, por sentirmo-nos motivados para levar à Escola esta tarefa pioneira e audaciosa. Estávamos abertos, receptivos para incorporar o projeto. Porém, trabalhar com o computador, o que seria isto? Que mudanças ocorreriam? Como os alunos reagiriam a elas? E nós? Seríamos substituídos pela máquina fria e insensível? Qual seria a nossa postura agora que tínhamos uma "rival" como companheira de trabalho? Será que iríamos conseguir?

Muitas questões, dúvidas ... todavia a ansiedade do novo nos impulsionava para frente, procurando novos caminhos.

Nosso primeiro contato com a máquina foi marcante. Em sua frente sentíamos-nos indefesos. Ela piscando, esperando algo de nós. E aí, o que fazer? Aos poucos o semideus foi perdendo a majestade e o gelo foi derretendo. Já era possível um relacionamento. Afinal não era tão complicado quanto o imaginado.

O período de aprendizado da linguagem Logo foi intensivo, ministrado e orientado pela própria equipe do NIED.

O próximo passo seria trabalhar diretamente com nossos alunos.

Enfim, o EDUCOM estava nascendo.

## **A IMPLANTAÇÃO DO PROJETO EDUCOM NA EEPSEG "JOÃO XXIII"**

A partir de 1986, na EEPSEG "João XXIII", demos início ao uso do Logo, como atividade curricular, com uma segunda série do segundo grau do período diurno. A classe, composta de vinte e quatro alunos, utilizava quatro microcomputadores e uma impressora, em horário regular de aula, tendo também oportunidade de utilizarem os micros em horários extraclasse, assessorados por nós, professores do Projeto.

Nosso grupo, formado por professores das disciplinas de Biologia, Física, Química, Português e Matemática, realizava reuniões semanais para discussões de casos e estratégias.

No ano seguinte, recebemos mais quinze computadores e uma impressora e o Projeto se estendeu para todas as séries do segundo grau.

De 1988 a 1993, alguns professores saíram, outros entraram. Houve um sensível aumento do número de classes e, conseqüentemente, de alunos no Projeto, incluindo até mesmo séries do primeiro grau e magistério.

Essa inclusão de novas séries no decorrer dos anos, transcorreu-se de maneira tranquila e natural que, quando percebemos, era grande o número de alunos efetivamente envolvidos. Isto era um forte indicador

de que tínhamos superado nossas primeiras inseguranças e incorporado totalmente o Projeto a nossa prática educativa.

## AUTONOMIA DE TRABALHO

O espaço aberto entre a Escola Pública e a Universidade propiciou a oportunidade da implantação do Projeto em questão sem a interferência ou restrições de órgãos ligados, ou diretamente subordinados, à Educação.

Nós, professores, incorporamos a proposta na esperança de oferecer uma mudança educacional, ao mesmo tempo que nos enriquecíamos como profissionais. Descortinou-se para nós a oportunidade de, através da experimentação, elaborar uma metodologia de trabalho mais ampla e profunda. Sabíamos que teríamos que enfrentar diversos obstáculos: o medo do trabalho do aluno frente à máquina, a busca de uma metodologia "ideal" para o bom desenvolvimento do Projeto, a angústia do ano seguinte, a receptividade do aluno para este tipo de abordagem entre outros. Talvez sejam estes obstáculos, hoje já superados, os responsáveis pela nossa segurança e tranquilidade no desenvolvimento de qualquer projeto ligado ao EDUCOM.

Felizmente, nossa primeira turma a trabalhar no Projeto, em 1986, era dinâmica, com alunos interessados que, de certa forma, facilitaram a nossa ambientação ao novo sistema.

Utilizavam o laboratório Logo no horário regular de aula, divididos em turmas de acordo com a listagem da classe. Enquanto um grupo trabalhava nas duas salas, que compunham o laboratório (dois computadores em cada sala), os demais permaneciam numa sala de aula anexa, desenvolvendo atividades relativas ao conteúdo específico das disciplinas envolvidas. Isto tudo previamente estipulado nas reuniões semanais.

O professor responsável pela aula supervisionava os trabalhos nos três ambientes. Era realizado um revezamento de turmas para a utilização

do laboratório, de forma que os alunos tivessem igual número de hora de uso da máquina.

Conseguimos, após dois anos, ampliar o laboratório Logo, eliminando a parede que separava as duas salas dos computadores, facilitando o atendimento e favorecendo o entrosamento entre os alunos. Mesmo assim ainda utilizávamos dois ambientes - laboratório e sala de aula - e desdobrávamo-nos para acompanhar o trabalho desenvolvido.

Durante esse tempo, novas metodologias foram sendo criadas, utilizadas e alteradas por nós professores, de acordo com as necessidades de aprendizagem das diferentes turmas envolvidas no Projeto. Essas mudanças foram possíveis principalmente pela autonomia dada a nós, pelos pesquisadores do NIED, envolvidos no Projeto EDUCOM, a quem coube o papel de supervisores das atividades, auxiliando-nos na depuração das técnicas e oferecendo sempre oportunidades de reciclagens. Também não podemos deixar de mencionar o interesse e o apoio dado pelo diretor desta Escola que acreditou e acredita no nosso trabalho. Tudo isso possibilitou o desenvolvimento de um "modus operanti" que hoje constitui o trabalho do computador incorporado ao da sala de aula.

Atualmente, após mais uma derrubada de parede, os dois ambientes se integraram. A ampliação do laboratório possibilitou a criação de espaços para a implantação do LEGO-Logo nas atividades desenvolvidas com os alunos e novas metodologias foram surgindo.

Após dias e dias desta incansável maratona já somos capazes de suprir as necessidades, de atender, de ensinar e até de aprender com os próprios alunos.

## **NOSSO TRABALHO**

A princípio, a introdução da linguagem Logo para o aluno aconteceu através de sequências de atividades como material de apoio para auxiliá-los nos trabalhos. Estas atividades constituíam-se de folhas de instruções referentes aos comandos básicos.

O grupo discutia, planejava e elaborava as atividades durante as reuniões semanais.

Nosso trabalho nunca foi estático e assim, a cada reunião, éramos severos na colocação dos pontos positivos e negativos e as alterações de propostas metodológicas eram realizadas, tendo em vista atingir o que considerávamos ideal.

As folhas de instrução foram cedendo espaço a projetos. De um material pronto, acabado, objetivo, fomos descobrindo um tratamento mais dinâmico, aberto e até muito mais interessante e agradável de ensinar a linguagem Logo e os conteúdos das disciplinas.

Numa primeira fase, ainda enraizados na pedagogia tradicional, utilizávamos folhas de instrução como atividades "mastigadas", prontas, pré-estabelecidas para os alunos. Essa nossa metodologia baseava-se nas experiências de sala de aula, onde o conteúdo Logo ("disciplina Logo") também teria que ser desenvolvida.

O "medo" de comprometer o currículo, programado para o ano letivo, talvez tenha sido um dos motivos de nos impedir de utilizar frequentemente o laboratório.

O aprendizado do aluno era "medido" pelo número de folhas de instrução realizadas.

Numa segunda fase, em função da familiarização, ou domínio da linguagem pelos alunos, e de trabalhos desenvolvidos nas diferentes disciplinas, passamos para uma nova etapa. Projetos específicos começavam a despontar, abrindo novos rumos no EDUCOM.

Numa terceira fase, os alunos passaram a ser introduzidos na linguagem através de projetos. Os comandos iam sendo explorados pelos alunos na medida que sentiam necessidade dos mesmos para a resolução de problemas.

O trabalho com o conhecimento da linguagem Logo abriu espaço para que outras propostas de projeto fossem viabilizadas e assim novos ambientes foram sendo criados como o Logo-Tridimensional, Econet e o sistema LEGO-Logo.

Passamos por várias experiências, muitas tomadas de decisão, muitas mudanças, mas a cada uma delas nossa visão ia se ampliando, sofisticando-se, tornando-nos mais abertos e por que não dizer mais críticos.

O EDUCOM estava favorecendo a renovação de nossa postura metodológica.

Era preciso rever sempre, mudar se preciso, acatar, dividir, participar, integrar profissionais e estudantes, descobrir caminhos, "navegar mares nunca dantes navegados".

## INTERAÇÃO

Nosso trabalho começou tímido por estarmos numa situação desconfortável frente ao aluno e à máquina.

Do conteúdo de nossa disciplina dávamos conta. E a linguagem do computador? Como seria? Nossos alunos iriam desconfiar de nossa insegurança em relação ao domínio da linguagem em questão?

Estávamos acostumados a "saber tudo", a ditar regras, até a orientar o pensar do aluno. Tudo na sala de aula transcorria conforme o planejado. Tudo sob o nosso controle. Assim pensávamos que o mesmo ocorreria no laboratório Logo. Determinar o andamento e o estilo de cada aluno. Não foi sempre assim dentro da sala de aula?

Mas isso durou apenas algumas semanas. Os alunos, na ânsia de descobrir, conhecer, avançavam mais que nós professores em relação à linguagem computacional. E quando menos esperávamos, lá estávamos "aprendendo juntos". As dúvidas eram discutidas e respondidas sempre em grupo. Com ou sem auxílio bibliográfico, chegávamos a uma resposta satisfatória.

Hoje, não há constrangimento algum por parte do professor em dizer: "não sei, vamos verificar", "vamos pesquisar juntos", "vamos pedir ajuda ao seu colega",...

Para o aluno também não foi diferente. Houve até casos de alunos que se sentiam "roubados" em suas idéias e programas. Chegavam mesmo a esconder seus disquetes e anotações para que não fossem violados. Outros, acreditavam injustiçados por não terem a atenção dos professores como gostariam. Sentiam ciúmes dos colegas que realizavam tarefas com mais habilidade e destreza. Outros chegavam mesmo a reivindicar o mesmo número de horas trabalhada com a máquina para todos os alunos.

Depois de algum tempo tudo isto desapareceu. Os que sabiam mais passaram a ajudar os menos capazes. Ou então percebíamos uma verdadeira troca: a idéia de alguém, com a habilidade de outro na linguagem Logo. Era como unir o útil ao agradável. Chegavam mesmo a se interagir com alunos de outras classes. No período extraclasse trabalhavam conjuntamente, sem disputa pessoal ou de série.

Professor e aluno iam se ajustando às novas situações de conflitos que surgiam a cada dia. O ambiente proporcionava essa interação e era o responsável pela autonomia adquirida pelos alunos e por nós. Não nos sentíamos mais inseguros nem amedrontados. Os alunos, por sua vez, já trabalhavam nos seus projetos, em horários extraclasse, sem a presença do professor.

A máquina, antes toda poderosa, o gênio diante de nós, passou a ser um instrumento manipulado de acordo com as nossas intenções. O aluno passou a engendrá-la conforme seus desejos. Os projetos ganharam vultos e coisas fantásticas começaram a aparecer. Eles não se sentiam mais "escravos" diante dela. Agora, ela os servia, "respondendo" os seus comandos precisos, planejados ou descobertos através da experimentação.

Até o "erro", a partir de então, passara a ter uma conotação positiva. Antes motivo de frustração, de inferioridade, era agora um elemento importante para o desenvolvimento do processo ensino-aprendizagem. A mensagem de erro, emitida pela máquina, era vista pelo aluno como uma falha de comunicação entre ele e a mesma. Isto se tornou um desafio que aguçava a inteligência e desenvolvia a capacidade de "acertar".

Diante disto o medo foi cedendo espaço ao prazer. A cada novo projeto realizado, o aluno se sentia mais valorizado, mais satisfeito consigo mesmo, mais audacioso em novas investidas.

O equilíbrio estava refeito. Hoje, esses problemas são coisas do passado. Não mais existe a dicotomia sala de aula/laboratório Logo. Nossa conduta de trabalho é uma só em qualquer ambiente. Nossa única preocupação é a de oferecer um ambiente alegre e agradável onde possamos propiciar trocas permanentes entre professor e aluno.

## PROJETO X COMUNIDADE

Nossos primeiros relatórios, tão ingênuos e primários foram sendo substituídos por trabalhos escritos em grupo ou individuais. Alguns publicados em revistas especializadas. Outros apresentados em Seminários, Congressos, Jornadas e Palestras. Tivemos mesmo a oportunidade de no I Congresso Internacional Logo, Novo Hamburgo, Rio Grande do Sul, de conhecer o criador da linguagem e filosofia Logo - Seymour Papert - professor de Matemática e Educação do Instituto de Tecnologia de Massachussets.

Nestes anos, diversos especialistas da área nos visitaram interessados em conhecer o nosso trabalho.

A comunidade escolar, também pôde tomar conhecimento através de Feiras de Informática, organizadas na Unidade Escolar, pelos alunos e professores, onde eram apresentados os projetos realizados nas diferentes disciplinas. Também tem sido divulgado e difundido pelos meios de comunicação.

O Projeto continua aberto à Comunidade que visita e observa, emite opiniões, dá sugestões, pede esclarecimentos. Isso pode ser feito porque nós professores também passamos a aceitar o "erro" e ver o processo de depuração como a fonte de aprendizado. É expondo o Projeto que crescemos, como o aluno quando coloca suas idéias na tela para todos verem. Assim como ele aprende com o "erro", aprendemos também com o "erro" da implantação do Projeto.

Nossa responsabilidade tornou-se maior, e por isso temos sido cada vez mais exigentes com nossa performance.

## CONCLUSÃO

Não há dúvida de que o computador veio para reestruturar.

Sua presença provocou mudanças de comportamento pessoal, de estrutura interna, de interação, de técnicas de aprendizagem, entre outras coisas. Nós passamos a ser mais exigentes e críticos.

É interessante verificar nestes anos o nosso avanço, sem, no entanto, omitir a necessidade de estarmos sempre atualizados para podermos acompanhar a evolução deste nosso recurso de aprendizado.

Todos os questionamentos levantados, num primeiro momento, não mais representaram do que o reflexo de uma instabilidade e de uma ansiedade diante do "novo". A linguagem Logo, recém incorporada, despertou-nos para a renovação, para a reestruturação de valores, conceitos e postura.

A máquina representou o elo entre a frieza da linguagem e a sensibilidade de quem a adquiriu. Uma comunhão feliz que proporcionou realizações pessoais, melhoria de ensino, interação. Possibilitou uma Educação menos técnica e mais humana, real, feita por indivíduos que manifestam o seu estilo, que erram, acertam e crescem. O ensino deixou de ser o cumprimento de um currículo e passou a valorizar o ser que aprende.

O Projeto EDUCOM é uma caminhada a novas posturas e abordagens pedagógicas. À medida que caminha, dá origem a novas metodologias, possibilitando a depuração das maneiras de utilizar o computador como um recurso na prática escolar.

Por ser um processo vivo e atuante, temos a consciência de que mudanças irão ocorrer. O intercâmbio de experiências nas diferentes áreas tem provocado inúmeros levantamentos que são questionados e avaliados constantemente. É gratificante na medida que notamos a sua

evolução. O crescimento tem sido mútuo. Professor, aluno e máquina, nestes quase oito anos, implantaram um Projeto que superou as expectativas iniciais. Uma nova postura metodológica educacional foi solidificada e, independente de nossas pessoas, temos a certeza de que ela não se extinguirá. A semente foi lançada em solo fértil. Os frutos já estamos colhendo. A árvore florescerá novamente e novos frutos virão para "perpetuar" nosso ideal.



## CAPÍTULO 21

### O EDUCOM NA EEPSC "DR. TOMÁS ALVES"

José Cláudio Franchon\*

Vera Lúcia Alves Lopes\*

Vera Resina Rossin Caetano\*

Sérgio Valdir Trentim\*

Ana Resina Bertassolli Angi\*

Ize Zenebra\*

Marília Bueno Pereira\*

#### INTRODUÇÃO

No ano em que o NIED completa dez anos de atividade, a Escola Estadual de Primeiro e Segundo Graus "Dr. Tomás Alves" não poderia deixar de dar o depoimento de quem ajudou o Núcleo a escrever a história da introdução da informática na Educação Brasileira.

Participando do Projeto EDUCOM desde 1985, acreditamos ser esta uma ótima oportunidade para uma reflexão sobre as atividades desenvolvidas na escola nos oito anos de pesquisa em que foram envolvidos centenas de alunos e uma dezena de professores, na busca da melhor maneira de utilizar o computador como um importante aliado na difícil tarefa de ensinar e aprender.

Nosso relato, feito com a simplicidade de quem esteve o tempo todo em contato com os alunos de uma escola pública, não tem a pretensão de discutir aspectos teóricos, mas mostrar o que acontece na

---

\* Professores da EEPSC "Dr. Tomás Alves" de Sousa, SP

prática de uma sala de aula, quando um grupo de professores se propõe a aprender a utilizar metodologias inovadoras. Quando aceitamos participar do Projeto EDUCOM, tínhamos consciência de que seríamos a ponte entre a teoria e a prática, sendo nossa função criar e testar metodologias que possibilitassem a utilização do computador em nossas aulas.

O presente trabalho contém, pois, um breve histórico do projeto em nossa escola e depoimentos dos professores sobre a utilização da informática em suas disciplinas.

## O PROJETO EM SOUSAS

Sousas é um distrito predominantemente residencial de Campinas, onde moram cerca de 18 mil pessoas. A Escola de Primeiro e Segundo Graus Dr. Tomás Alves atende a 1.800 alunos da pré-escola ao segundo grau, oferecendo habilitação em Magistério, Técnico em Turismo e Técnico em Patologia Clínica.

Tudo começou em 1985, quando nossa escola foi convidada a participar do Projeto EDUCOM da Unicamp. Para tal, sete professores voluntários freqüentaram dois períodos de treinamento no NIED, ocasião em que aprendemos a linguagem Logo e os fundamentos da filosofia de trabalho de Seymour Papert.

A instalação na escola de quatro Itautec I 7000 e uma impressora, no início de 1986, possibilitou o envolvimento de alunos voluntários pertencentes ao segundo grau, que se dispuseram a freqüentar duas sessões semanais de atividades extraclasse. Os alunos foram divididos em quatro grupos e trabalhavam em duplas. No primeiro semestre todos os professores envolvidos trabalharam na introdução da linguagem Logo através da parte gráfica. O plano para o segundo semestre era introduzir os comandos de listas e partir para a elaboração de programas específicos nas disciplinas de Matemática, Química, Biologia, Língua Portuguesa e Língua Inglesa. Começaram então os problemas. Como se tratavam de atividades extraclasse, passado o entusiasmo inicial, os alunos não tinham um compromisso de freqüência e deixavam de comparecer por diversos pretextos. Além do mais, nem sempre o professor que

acompanhava o grupo era especialista na área escolhida pelo aluno para desenvolver seu programa específico. Esta fase do projeto, no entanto, foi muito importante para que os professores adquirissem experiência num ambiente de aprendizagem completamente diferente do ensino convencional.

Iniciamos o ano letivo de 1987 com duas alterações fundamentais no projeto. Após muitas discussões em que foram analisados os resultados obtidos no sistema extracurricular e, diante da perspectiva da instalação de treze MSX, resolvemos levãr o Logo para o horário normal de aulas e envolver quatro classes do primeiro grau.

As classes escolhidas foram uma quinta e uma sexta séries do período noturno, porque eram um desafio pelos problemas crônicos que apresentam, e uma sétima e uma oitava séries, por terem no currículo duas aulas semanais de Desenho Geométrico. Conseguimos um compromisso da direção da escola de que as classes do EDUCOM não tivessem mais que vinte alunos. Os sete professores envolvidos no projeto concentraram suas aulas nas classes escolhidas e se dispuseram a dedicar ao Logo uma ou duas aulas por semana de sua disciplina. Foi instituída uma reunião semanal com todos os professores para organizar atividades, discutir casos e resolver problemas surgidos.

A introdução da linguagem foi feita num trabalho em equipe de todos os professores e limitou-se à parte gráfica. Para tanto, foram elaboradas folhas de atividades com a finalidade de assegurar que os conceitos básicos fossem assimilados pelo conjunto da classe. À medida que cada aluno ia vencendo as dificuldades propostas numa folha, era-lhe oferecida a folha seguinte.

Um fato marcante acontecido em 1987 foi a experiência interdisciplinar vivida no segundo semestre, quando todos os alunos desenvolveram programas que tinham como tema motivos natalinos. O ambiente Logo revelou ser ideal para a integração entre as disciplinas, pois, além de estimular a criatividade, possibilita ao aluno a utilização de conhecimentos que na escola convencional costumam ser vistos como universos estanques.

A partir do ano letivo de 1988, a introdução sistemática da linguagem ficou a cargo dos professores de Desenho Geométrico, ao

mesmo tempo em que os demais professores dirigem as atividades desde o início para programas específicos de suas disciplinas. Os comandos e recursos mais sofisticados do Logo vão sendo assimilados pelos alunos de acordo com as necessidades imediatas dos projetos de cada disciplina.

A inclusão de duas classes do período da manhã aconteceu em 1989, ano em que também se integraram ao grupo um professor de Geografia e mais uma professora de Desenho Geométrico. Em 1991, a escola recebeu material da LEGO e cinco interfaces que possibilitaram a utilização do LEGO-Logo nas aulas de Ciências Físicas e Biológicas.

A organização dos trabalhos em Sousas tem mantido a mesma estrutura até o presente ano de 1993, com cada professor trabalhando os conteúdos específicos de sua disciplina. O grupo está assim constituído: três professoras de Desenho Geométrico, um professor de Língua Portuguesa, uma professora de Inglês, uma professora de Ciências, um professor de Geografia e, a partir do segundo semestre, uma professora de Educação Artística.

O contato com o NIED tem sido feito através da Professora Maria Cecília C. Baranauskas, que participa das reuniões semanais, dando suporte teórico e ajudando na solução das dificuldades surgidas tanto na programação, quanto na própria organização do projeto em Sousas. O funcionamento das máquinas tem ficado a cargo da habilidade do Prof. João Vilhete, que também faz a orientação dos trabalhos do LEGO-Logo.

Nestes oito anos do projeto em Sousas, o NIED realizou encontros e semanas de estudos, além de viabilizar a participação de nossos professores em congressos e feiras, o que possibilitou o intercâmbio com outras instituições empenhadas na utilização da informática na Educação.

Atualmente estamos trabalhando com três sétimas séries, uma de cada período, e duas oitavas, uma da manhã e outra da tarde. Há também um horário extraclasse, às quartas-feiras à noite, destinado a alunos do diurno que queiram dedicar mais tempo a seus projetos.

Seguem os relatos dos professores sobre os trabalhos desenvolvidos em cada disciplina.

## AULAS DE PORTUGUÊS NO AMBIENTE LOGO\*

A primeira impressão que tive, por ocasião do treinamento realizado no NIED em 1985, foi de que o computador seria de grande utilidade na área de Ciências Exatas, sobretudo nas aulas de Desenho Geométrico, talvez devido aos inúmeros recursos oferecidos pela parte gráfica do Logo. No entanto, já durante a segunda fase do treinamento, em que aprendi a manipular listas, palavras e números, cada professor apresentou um projeto que trabalhava conteúdos específicos de sua disciplina. Desenvolvi, então, um programa que montava períodos coordenados e outro que colocava os pronomes átonos na frase obedecendo às regras gramaticais.

Durante a experiência extracurricular com alunos de segundo grau, alguns alunos chegaram a trabalhar listas dentro do conteúdo de Língua Portuguesa. As dificuldades, no entanto, foram grandes, pois tal tipo de trabalho exige um alto nível de conhecimento sobre programação, o que era impossível pelo pouco tempo de experiência com o Logo. Todavia, esta linha de trabalho revelou ser viável, desde que alunos e professores tivessem mais tempo e condições para um aprofundamento na linguagem Logo.

Com a instalação, em 1987, das MSX e o envolvimento de alunos de primeiro grau, preocupado em direcionar os trabalhos para atividades específicas de minha disciplina, propus que todos os alunos combinassem texto e imagem na confecção de cartões de natal que foram mostrados para a comunidade no final do ano. O fato de todos trabalharem o mesmo tema possibilitou a integração entre as disciplinas e o ponto alto desta fase foi, sem dúvida, a criatividade.

Incentivado pelo trabalho feito com os cartões de natal, imaginei que os alunos poderiam realizar trabalhos mais elaborados em que utilizassem conceitos de geometria para fazer as ilustrações, ao mesmo tempo em que exercitassem seus conhecimentos de língua na criação de textos. Foi assim que propus a criação de histórias infantis para serem mostradas às crianças das séries iniciais da escola. Discutimos a idéia em sala de aula, ocasião em que explicitamos os objetivos do trabalho e apresentei algumas sugestões. Para que os alunos compreendessem a

---

\* Professor José Claudio Franchom

estrutura narrativa das estórias infantis, levei-os à biblioteca, onde foram observadas as características das obras destinadas ao universo infantil. Cada aluno teve liberdade para optar pelo tema, assunto e forma de sua estória, de acordo com seu interesse. Os alunos programaram vários quadros que se sucediam na tela, garantindo, deste modo, a seqüência da narração. Vários recursos foram utilizados, dentre os quais a animação, as cores e o som. As estórias foram apresentadas à comunidade na I MOSTRA LOGO, em novembro de 1989.

Voltei a trabalhar com listas com alunos da sétima série do noturno, quando foram desenvolvidos programas que conjugavam verbos regulares e irregulares. Notei que no ambiente Logo os alunos têm mais motivação para pesquisar aspectos gramaticais e compreender a estrutura das formas verbais.

Outra atividade desenvolvida em 1991 foi a criação de estórias em quadrinhos, em que o ponto forte foi a criatividade, além de consolidar o caráter interdisciplinar dos trabalhos em Sosas.

A partir de 1992 até o corrente ano, tenho desenvolvido um trabalho que procura criar um ambiente dinâmico de criação e ilustração de textos. O objetivo é fazer com que os alunos, utilizando os processador de textos e os recursos gráficos do Logo, possam interagir num trabalho coletivo de produção, leitura e interpretação ilustrada de textos. Para cumprir a finalidade para a qual todos os textos são escritos, as redações deverão ser impressas e enviadas à biblioteca da escola. Espero desta forma conseguir mais eficácia nas aulas de redação, uma vez que os alunos passam a perceber que suas redações deixam de ser meros exercícios escolares.

Em todos esses anos em que tenho utilizado o Logo com meus alunos, posso assegurar que mudou bastante minha visão de ensino e aprendizagem. De fato, as novas gerações têm cada vez mais intimidade no manuseio de recursos inimagináveis até há poucos anos. O papel do professor deve ser repensado e, talvez, o momento em que se experimentam novos recursos na aprendizagem seja uma oportunidade para se refletir sobre o relacionamento entre o professor e o aluno.

As aulas com os computadores têm uma dinâmica diferente das aulas convencionais, pois cada aluno passa a ser o agente de sua

aprendizagem, inclusive estabelecendo suas prioridades e imprimindo seu ritmo nas atividades desenvolvidas. Cabe ao professor clarear os caminhos, lembrando os objetivos e, não raras vezes, caminhando lado a lado com o aluno. O professor passa a ser visto como um companheiro de viagem com mais experiência que, embora não tenha percorrido aquela estrada, é de grande valia como incentivador e auxiliar na solução dos problemas.

A filosofia Logo tem influenciado todas as minhas aulas, mesmo naquelas em que não utilizo o computador e com turmas não envolvidas no projeto Educom. Aprendi a trabalhar melhor o erro, sobretudo nas aulas de redação, fazendo ver aos alunos que temos que tirar proveito deles se pretendemos desempenhar com competência não só as tarefas escolares, como aquelas que nos são propostas no decorrer da vida.

## LÍNGUA INGLESA E O COMPUTADOR\*

Minha proposta para o ensino de Inglês através da linguagem Logo é desenvolver o conteúdo programático, de modo que o aluno tenha mais interesse, motivação, participação, desenvolvendo sua criatividade e adquirindo condições de transferir o conteúdo aprendido. Acredito que, através do desenvolvimento de atividades com Logo, cria-se um ambiente onde aprender a língua torna-se necessário para nele conviver e interagir. Logo sendo um micromundo onde o Inglês passa a ser "vivo" e o aluno torna-se "ativo".

Este relato apresenta exemplos de como desenvolver alguns tópicos que fazem parte do conteúdo programático de Língua Inglesa na sétima e oitava séries do primeiro grau, utilizando os recursos da linguagem Logo, um caminho que considero promissor, vistos os resultados obtidos, fazendo com que os alunos fiquem menos condicionados aos "pacotes prontos".

Desde o início das atividades do Projeto EDUCOM em Sousa, uma de minhas aulas era dada na sala de aula, desenvolvendo o conteúdo programático de Língua Inglesa proposto no plano anual, e

---

\* Professora Vera Lúcia Alves Lopes

outra com o computador, utilizando os comandos básicos da linguagem Logo em desenhos geométricos.

Sentindo insatisfação por não usar as duas aulas no desenvolvimento do conteúdo proposto, e devido às dificuldades, interesse e motivação dos alunos quanto à disciplina, por ser atividade (não retém o aluno na série), resolvi usar as duas aulas com o computador. Tratava-se de uma classe pequena, oitava série B, com catorze alunos que já tinham iniciado o trabalho com a linguagem Logo no ano anterior.

Foram desenvolvidos os seguintes tópicos, que fazem parte do conteúdo programático de Língua Inglesa: Prepositions, Clothes, Verbs, Plural of Nouns, Narration, Texts. Foi dada ênfase ao trabalho com verbos, devido à grande dificuldade encontrada na formação e uso dos mesmos.

Com o desenvolvimento dos temas que fazem parte do conteúdo programático, senti em meus alunos mais motivação, interesse, fixação do conteúdo estudado, segurança e mais independência. Apliquei um questionário - "Eu, a Língua Inglesa e o Computador" - para avaliar o que os alunos pensavam sobre a nova maneira de estudar a língua inglesa. O resultado foi satisfatório e muito me entusiasmou, pois a maioria dos alunos disseram preferir estudar Inglês com o computador por ser uma maneira mais gostosa e fácil de aprender, de enriquecer o vocabulário, de conjugar os verbos na forma correta sem ser tão cansativo como na sala de aula.

Outros acharam que aprendiam mais no computador, porque usavam desenhos com a parte escrita (construção de frases), o que estimulava a aprendizagem, ajudava a entender, memorizar e escrever melhor as palavras, num ambiente mais descontraído e de maneira diferente, facilitando a compreensão e a aprendizagem da língua inglesa. Não me tinha ocorrido, mas apareceu entre os resultados o fato da própria pronúncia ter sido enriquecida neste ambiente. Tal fato deve ser devido à correção feita quando os alunos diziam em voz alta uma palavra errada. Um outro aluno citou o fato que ficar gravando e carregando no computador fez com que ele gravasse tudo na mente mais rápido.

Quanto às avaliações tradicionais, testes aplicados mostraram resultados bem satisfatórios. O aproveitamento foi muito bom. Realmente, houve fixação do que aprenderam no ano, o que certamente facilitará o estudo da língua inglesa no segundo grau, antes deficitário em função do estudo da Língua Inglesa no primeiro grau não reter alunos.

Acredito que o fato do aluno sair da sala de aula tradicional, onde normalmente ele é "passivo", e vir para um ambiente onde ele constantemente está criando suas próprias atividades sobre um tema apenas sugerido pelo professor, seja o que mais pesou para que os resultados obtidos fossem tão satisfatórios. Tendo liberdade para criar, desenvolver suas atividades, ele passa a ser um indivíduo "ativo", cada vez mais independente. A mim parece que a satisfação encontrada na concretização de uma idéia motiva o aluno cada vez mais a querer ter novas idéias para novamente vê-las concretizadas.

Na aula tradicional, o aluno se vê condicionado a decorar regras para resolver "exercícios clássicos" (conjugação verbal, pronomes, plural do substantivos, etc), vocabulário (para frases e redações) propostos pelo professor. Da maneira desenvolvida com o Logo, o processo é exatamente o inverso. O aluno propõe as atividades, desenvolve-as, pesquisando, aprimorando-as, e acaba memorizando regras, vocabulário, conjugação verbal, pronomes, enfim, a parte gramatical. A vantagem desse processo é tornar o inglês uma língua "viva", porque o aluno trabalha com ela de uma maneira concreta, real, criada por ele mesmo.

Tendo em vista a experiência feita com as sétimas e oitavas séries, considero essa nova maneira de estudar a Língua Inglesa um caminho promissor. Imagino que o ideal seria o aluno ter a oportunidade de iniciar os seus estudos de Língua Inglesa através do uso do Logo no computador, trabalhando no mínimo com a quinta série. Isto porque quanto mais novo for o aluno, mais desinibido ele será, menos condicionado aos "pacotes prontos" ele estará e mais fácil e natural tornar-se-á a aprendizagem da Língua Inglesa.

Atualmente estou desenvolvendo uma trabalho extraclasse com alunos de sétima e oitava séries do período da tarde, que comparecem uma vez por semana no horário das 19 h às 21 h . Neste horário, os alunos desenvolvem o conteúdo programático de Inglês e ficam livres para criar seus programas, pesquisando a gramática, dicionário e livro

didático, resolvendo, assim, as dificuldades de vocabulário e expressão, de maneira descompromissada. Usam também esse espaço para terminar atividades propostas por outros professores envolvidos no projeto, como redações de textos em Inglês e Português, além de depurar programas e organizar arquivos.

Sinto que há um relacionamento muito bom entre alunos de séries diferentes no laboratório, usando o mesmo espaço e havendo uma interação muito grande entre professor e alunos, pensando juntos como resolver determinados problemas que possam ocorrer.

## O DESENHO GEOMÉTRICO E O COMPUTADOR\*

O Desenho Geométrico, a princípio, era planejado visando as construções geométricas, isto é, os alunos aprendiam a construir figuras geométricas usando lápis, esquadro, régua, compasso, etc., através de um procedimento definido "a priori" pelo professor. Isso fazia com que o aluno fosse mero espectador, pois quando era requisitado a desenvolver atividade diferente, mesmo dentro do assunto, ele não correspondia às expectativas.

Diagnosticamos, por uma série de motivos, que o aluno chegava à sétima série sem nenhum conhecimento de geometria, conhecimento que lhe era exigido nas construções geométricas. Tendo isso em vista, e aproveitando os recursos da linguagem Logo, fizemos o planejamento de Desenho Geométrico, visando a aquisição pelos alunos de alguns conceitos geométricos.

A princípio, os alunos trabalhavam individualmente, depois passaram a trabalhar em duplas, pois algumas máquinas apresentavam defeitos.

Desenvolvemos nosso trabalho da seguinte maneira:

- 1- Exploração livre, onde o aluno aprende os comandos básicos, adquirindo já alguns conceitos geométricos.

---

\* Professora Ana Regina Bertassolli Angi  
Professora Ize Zenebra

2- Folhas de atividades para serem trabalhadas tanto no computador, objetivando o conteúdo a ser desenvolvido, com ou sem o uso do computador, objetivando verificar "se" e "como" os alunos transferem essa aprendizagem, bem como para mostrar alguns conceitos menos evidentes no computador. Por exemplo: quando queremos que o aluno aprenda o teorema de Pitágoras, apresentamos uma atividade onde haja necessidade de saber a medida da hipotenusa de um triângulo retângulo para construir com precisão uma determinada figura, fazendo com que ele sinta a necessidade de alguma relação entre os catetos e a hipotenusa. Apresentamos, então, através de atividades construtivistas, o teorema de Pitágoras.

Em cada atividade são desenvolvidos vários conceitos geométricos, levando o aluno a perceber que o "conhecimento" não é formado por conceitos estanques. Também vamos introduzindo gradativamente a nomenclatura formal.

3 - Trabalho livre. Ao fim de cada conteúdo programático, o aluno é requisitado a apresentar um projeto com o objetivo de se verificar o quanto ele está usando o conteúdo desenvolvido.

Durante esses anos de trabalho, fomos modificando as atividades, de acordo com as dificuldades detectadas nos alunos. Embora tenhamos atividades programadas de antemão, elas não são colocadas de maneira inflexível, mas vão sendo adaptadas conforme a necessidade dos alunos e das outras áreas envolvidas.

Para avaliarmos "como" e "se" os conceitos foram adquiridos, usamos tanto a observação individual como atividades realizadas com ou sem o uso do computador.

A aprendizagem de Desenho Geométrico através do uso do computador desperta um maior interesse dos alunos por ser feita de maneira mais informal e sem a sistematização da sala de aula, pois eles aprendem conceitos geométricos através de desenhos. Os conceitos geométricos, que em sala de aula comum eram dados de maneira departamentalizada, passam a ser adquiridos de modo globalizado.

Conseguimos verificar também que, na maioria das vezes, os alunos conseguem fazer transferências de conceitos aprendidos através do computador para outras situações que impliquem ou não no uso do computador.

## DESENHO GEOMÉTRICO NO CURSO NOTURNO\*

Em 1985, no início do Projeto EDUCOM, não tinha nenhuma idéia de como poderia desenvolver o conteúdo de Matemática ou Desenho Geométrico no computador. Tinha, sim, uma certa reserva em relação à máquina e ao meu aprendizado nela.

Quando comecei a fazer o treinamento no NIED, essa barreira foi se desfazendo e fui vendo que apenas com a parte gráfica, que são os primeiros passos da linguagem Logo, poderia construir, de uma forma mais concreta, boa parte da Geometria do primeiro grau, que é o conteúdo de Desenho Geométrico na nossa escola.

Com minha participação no Projeto EDUCOM, houve também uma mudança de atitude na relação professor-aluno, pois, como professora, passei a caminhar junto com os alunos no desenvolvimento dos seus projetos e algumas vezes até atrás deles, quebrando assim uma barreira antiga de que o professor é o dono do saber. Nessa mudança de atitude, houve uma maior aproximação de ambos os lados, proporcionando uma aula mais atraente e descontraída.

Muito interessante também é o relacionamento que o aluno passa a ter com o erro cometido, porque entre a busca do erro e a sua correção, ele acaba percebendo suas dificuldades, corrigindo-as e encarando essa correção como uma conquista e não como uma "punição". Desta forma, o erro passa a trazer para o aluno um crescimento e uma nova visão na resolução de suas dificuldades.

A participação dos alunos da oitava série do curso noturno no Projeto EDUCOM, na matéria de Desenho Geométrico, teve um desempenho muito satisfatório pelos fatos que passo a expor abaixo.

---

\* Professora Marília Bueno Pereira

Os alunos envolvidos têm duas aulas semanais e são, na sua maioria, de classe sócio-cultural baixa, que trabalham durante todo o dia e estudam à noite. Com isso, há um baixo índice de presença e uma heterogeneidade quanto aos conteúdos assimilados. Além disto, com aulas de 45 min (contra 50 min do curso diurno) somando-se à baixa frequência, há uma defasagem no conteúdo de Matemática, onde parte da Geometria quase nunca é vista ou completada.

Como na nossa escola Desenho Geométrico é atividade (não tem conceito de retenção) e tem como um de seus principais objetivos completar os pré-requisitos exigidos na Matemática, o conteúdo a ser desenvolvido é parte da Geometria, que envolve ângulos, figuras planas, áreas, perímetros e simetrias. Tal parte pode ser trabalhada mais concretamente no computador do que em classe e com muita facilidade.

Participando do Projeto EDUCOM, esses alunos conseguiram ter parte de suas dificuldades resolvidas, quanto aos pré-requisitos, ritmo e individualidade, pois passaram a trabalhar os conteúdos no computador num enfoque mais livre e descontraído, onde o ritmo, a criatividade e as dificuldades de cada aluno são integralmente respeitados.

Num trabalho feito sem muita cobrança, com um caráter mais interessante, concreto e atraente, dando-se mais liberdade e descontração para os alunos suprirem as falhas de seus pré-requisitos e com cada um desenvolvendo projetos dentro de seu próprio ritmo, houve aumento de interesse, melhora de rendimento e maior índice de frequência às aulas.

## UM HISTÓRICO DE LEGO-LOGO EM AULAS DE CIÊNCIAS\*

Em agosto de 1991, nossa escola recebeu algumas caixas de LEGO-Technic (1090 e 1092) e algumas de LEGO Básico. A diferença é que o Technic possui motores, lâmpadas, roldanas, parafusos, tijolos furados, etc. Estas peças permitem uma maior variedade de montagens, além de estabelecer, através da interface, a ligação com o microcomputador, possibilitando a interação entre a montagem (LEGO) e o microcomputador (linguagem Logo). As peças que tornam possível a ponte LEGO-Logo são os sensores (sensor de luz e sensor de toque) que

---

\* Professora Vera Regina Rossin Cactano

funcionam como órgãos dos sentidos da montagem LEGO e enviam mensagens (decodificadas pela interface) ao computador, que pode assim interagir com a mesma.

Uma sétima série da manhã, então, passou a trabalhar com o material em aulas de Ciências e Desenho Geométrico. Foi uma fase de exploração do material. As caixas foram desmontadas e o material agrupado num mesmo local, de forma acessível a todos.

Em 1992, ficou decidido em reunião o uso de LEGO-Logo apenas em aulas de Ciências e eu fiquei responsável pelo projeto na escola. Devido à pequena quantidade de material, trabalhei apenas com duas turmas da manhã. No princípio os trabalhos foram tumultuados, mas aos poucos aprendemos a organizar melhor o material.

Durante o ano de 1992, o professor João Vilhete acompanhou de perto meu trabalho sugerindo atividades, ajudando quando surgiam problemas de montagens, na programação e na própria organização dos trabalhos. Foi dele, inclusive, a sugestão de voltar o material para as caixas e deixar uma caixa para cada dupla de alunos.

É dessa maneira que estou trabalhando, agora em 1993. Em função dessa nova organização e da quantidade de caixas, estou trabalhando LEGO-Logo com apenas uma turma da manhã, a sétima série A. Cada dupla tem sua caixa e fica responsável por ela. Já não acontece de uma dupla montar algo com todas as roldanas e motores possíveis e outras ficarem sem material para trabalhar. Agora, quando alguém vai usar mais material do que dispõe, pede aos colegas que emprestem o que têm disponível.

De modo geral, todas as turmas começam copiando os esquemas sugeridos nas publicações de instruções de uso do LEGO. Algumas destas montagens são bastante complexas e, enquanto alguns conseguem facilmente, outros desistem. Numa fase seguinte, começam a surgir projetos inéditos. Esta é a melhor fase.

Foi nesta fase que em 1991 uma dupla da sétima série montou uma "broca" e ao acaso, quando a montagem funcionava em frente ao monitor ligado, observou que a mesma parecia estar sendo distorcida. Isto só acontecia em frente ao monitor ligado. Buscando explicação para o

fato com o pai de um deles, que é técnico em eletrônica, acabaram descobrindo que a televisão tem muitas lâmpadas que acendem e apagam com frequências diferentes. Na época, estava passando a novela Tieta na televisão e eu havia assistido a uma entrevista em que se falou que para a filmagem da vinheta da novela foi preciso que a modelo, ficasse em pé sobre uma estrutura que girava em grande velocidade. Daí foi fácil perceber que o fenômeno que ocorria, a imagem da mulher sendo retorcida, era o mesmo da experiência da "broca". Descobrimos que se chama efeito estroboscópico e é o mesmo usado em algumas "boites".

Ainda usando o mesmo experimento, foi possível estudar a força centrífuga, pois quando as "brocas" eram de tamanhos diferentes, havia muita trepidação na estrutura toda. Já quando eram do mesmo tamanho, não havia trepidação. Tal fato foi relacionado com máquinas de lavar roupas que fazem centrifugação. Discutiu-se porque distribuir regularmente as roupas na máquina. Discutimos, finalmente, o uso da centrífuga existente no laboratório de Patologia de nossa escola.

Imaginem a satisfação e o orgulho da dupla inventora do experimento. A classe toda se interessou pela experiência. Quando participamos de uma feira de ciências em 1992, a montagem foi refeita e eles se orgulhavam de apresentá-la ao público.

Essa maneira de trabalhar leva alunos e professor a viverem situações únicas e todos acabam aprendendo algo. O estabelecimento de ligações entre o conteúdo estudado e os fatos de nossa vida é que faz o estudo ter importância, porque podemos entender melhor o nosso mundo. Trabalhando desta forma, em que o aluno conduz o experimento, percebemos que se favorece o aparecimento de situações ligadas ao cotidiano.

## AULAS DE GEOGRAFIA COM COMPUTADOR\*

O curso de Geografia para a sétima série é referente aos aspectos físicos da Geografia Geral: localização da Terra no espaço, com os estudos geométricos necessários ao entendimento da inclinação da Terra, estações do ano, movimentos da Terra, etc ; características físicas do planeta (atmosfera, hidrosfera e litosfera); origens e descrição das várias categorias geomorfológicas dos continentes (formas de relevo); os climas do mundo; aspectos da hidrografia e da vegetação, estes três últimos inter-relacionados em terras de todas as latitudes do mundo.

Dentro do Projeto EDUCOM, o objetivo básico do curso de Geografia para a sétima série é desenvolver modelos concretos, através de desenhos elaborados na tela do computador, que representem os aspectos físicos da Geografia difíceis de serem apreendidos em sala de aula.

O fato dos alunos montarem suas ilustrações na máquina, a partir das aulas convencionais, faz com que eles "manipulem" os dados abstratos descritos em sala de aula comum e "vejam" como funciona um fato geográfico. Por exemplo, ao estudarmos os climas da Terra, os alunos foram convidados a montar um desenho dinâmico representando a penetração de uma massa de ar frio numa região qualquer. Criaram uma ilustração a partir de dados já conhecidos e acabaram se surpreendendo com a possibilidade de "enxergar" algo tão abstrato. Aprenderam como funciona esse fenômeno por terem "feito funcionar por sua própria vontade".

Outro exemplo de ilustração foi a representação de um vulcão em erupção, feita com vários "sprites" transformados em jatos de lavas. Tal trabalho permitiu ao aluno uma idéia mais exata do fenômeno, além da sensação de prazer ao ver o espetáculo da Natureza criado por ele. Alguns alunos também elaboraram uma cordilheira de altas montanhas, onde estabeleceram a escala altimétrica do relevo, os picos nevados, os vales e seus rios.

Na ordem cronológica do ano letivo, o primeiro trabalho feito pelos alunos é a ilustração da Terra no espaço em relação ao Sol. Este é sempre o mais demorado e penoso dentre todos os trabalhos

---

\* Professor Sérgio Valdir Trentin

desenvolvidos durante o ano, pois exige por parte dos alunos o rigor geométrico necessário e muitas tentativas para acertar um desenho estético e compreensível na tela do computador. No entanto, posso notar que sempre se sentem realizados ao terminar esse primeiro trabalho e estimulados a realizar as propostas subseqüentes.



## CAPÍTULO 22

### O PROJETO EUREKA

Afira Vianna Ripper\*

Alvaro José Pereira Braga\*\*

Raquel Almeida Moraes\*\*\*

#### INTRODUÇÃO

O Projeto Eureka foi concebido como uma investigação da viabilidade de implantação na rede escolar pública do computador como instrumento pedagógico. Para isto é necessário levar em conta a realidade da rede pública e a necessidade de seus educadores se apropriar do uso desse instrumento, como um recurso pedagógico poderoso no processo ensino-aprendizagem. O sistema municipal de Campinas, com cerca de 50 escolas, é ideal para essa investigação, suficientemente grande para um experimento realístico e não tão grande que torne seu custo proibitivo. O projeto contempla a formação de "Ambiente Logo de Aprendizagem" em classes de pré-escola, primeiro grau e alfabetização de jovens e adultos.

A experiência da UNICAMP na área de Informática na Educação vem de longa data através do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED) e do Laboratório Educação de Informática Aplicada (LEIA), proporcionando suporte teórico e metodológico para o desenvolvimento do projeto. Afira V. Ripper, pesquisadora-colaboradora do NIED e chefe do LEIA, elaborou e é a responsável pela coordenação do Projeto Eureka. O programa RHAE (Recursos Humanos para Áreas Estratégicas da

---

\* Depto. de Psicologia Educacional, Faculdade de Educação -UNICAMP  
Núcleo de Informática Aplicada à Educação - NIED.

\*\* Coordenador da Equipe de Apoio, Projeto Eureka e FUMEC.

\*\*\* Equipe de Apoio e FUMEC

Secretaria de Ciência e Tecnologia) apoia a formação de recursos humanos para o Projeto.

A fim de viabilizar do Projeto foi planejado, além da instalação de laboratórios com computadores, um programa de formação continuada que permita aos educadores da rede apropriar-se de forma crítica e criativa a informática em suas atividades pedagógicas. A distribuição desse equipamento pela rede foi elaborada seguindo critérios que possibilitassem sua maior utilização bem como o da existência de recursos humanos que garantissem a viabilização do Projeto. Em vista disso, foram organizadas salas-laboratórios com 15 microcomputadores cada, em escolas de primeiro grau que também atendem no período noturno alunos da Fundação Municipal para Educação Comunitária - FUMEC - dentro do Programa de Alfabetização de Jovens e Adultos. Nas escolas de Educação Infantil (crianças de 4 a 6 anos) foram instalados em março de 1991 os microcomputadores, onde as professoras realizam um trabalho pioneiro ao colocar o computador como um canto de interesse dentro da sala de aula.

O Projeto está integrado com os objetivos da SME/PMC, na medida em que visa:

1) a INTEGRAÇÃO vertical e horizontal: integração entre os alunos; entre professores e alunos; entre séries e componentes curriculares, através de trabalhos desenvolvidos por diferentes disciplinas de uma mesma série e diferentes classes de uma mesma série - através de temas geradores -, integração entre classes; integração entre professores da escola e da FUMEC, discutindo problemas comuns do Projeto, através de reuniões semanais;

2) a busca da AUTONOMIA do trabalho do professor e da própria produção de conhecimento dos envolvidos no trabalho pedagógico (professores e alunos).

## **EDUCAÇÃO E INFORMÁTICA: A PROBLEMÁTICA**

A educação no Brasil enfrenta problemas que, indiscutivelmente, extrapolam o âmbito escolar, tendo em seu conjunto causas relacionadas

com as condições de vida e trabalho da população, bem como a inserção da economia brasileira nas relações internacionais. Por outro lado, a escola não é elemento passivo neste processo. Partindo deste pressuposto, entendemos que se faz necessário buscar com afincos as soluções para os problemas básicos da educação: número de jovens em idade escolar fora da escola, repetência, evasão e formação inadequada de profissionais da educação.

A informática já está presente e seu uso é inquestionável em quase todos os ramos das atividades humanas. Do mesmo modo como outrora, com a revolução industrial, as máquinas mecânicas libertaram o homem do esforço físico, hoje, as máquinas passam a fazer parte do trabalho intelectual de cálculo, controle e armazenamento de dados. A inserção do computador na atividade científica faz parte da realidade contemporânea. Como um dado de realidade, a tecnologia altera, inevitavelmente, o trabalho e as relações humanas.

Embora o custo do computador ainda torne proibitivo a sua aplicação em escala nacional no sistema escolar público, este custo vem se reduzindo de forma muito rápida. Esta redução, ligada aos interesses econômicos envolvidos, tornará inevitável a pressão para a utilização em massa de computadores na escola, pressão esta que pode se tornar irresistível. Caso não haja dentro de nossa comunidade conhecimentos que permitam oferecer alternativas, imbricadas em nosso contexto cultural, que maximizem as vantagens do uso do computador e minimize suas desvantagens, a sua introdução se faria pela importação de modelos enraizados em outras realidades culturais. Esta importação poderá representar um enorme desperdício de recursos e, o que é muito pior, poderá causar danos educacionais sérios.

A tendência é de trazer modelos não só fora do nosso contexto cultural, mas também de fácil transposição e massificação. Estes modelos, em geral baseados em instrução programada, tendem a restringir qualquer iniciativa de professores e alunos enquanto sujeitos construtores do conhecimento e potencialmente conscientes e criativos. Ademais, nós pensamos que, a curto prazo, uma geração educada com escassos estímulos quanto ao desenvolvimento da inteligência, da consciência e da criatividade, poderá vir a dificultar o próprio país na sua produção científico-tecnológica porque, dentro do atual modelo econômico (embasado cada vez mais em Ciência e Tecnologia) a escassez de

cidadãos conscientes e criativos poderá reforçar ainda mais os laços da dependência.

Neste sentido, deve-se notar que a utilização em grande escala de computadores em escolas ocorre não só em todos os países desenvolvidos mas também em países como Costa Rica e Bulgária, onde, o que está em questão, além da democratização desse novo saber, é o próprio futuro político-econômico-cultural do Terceiro Mundo e Leste Europeu.

Foi, portanto, visando desenvolver uma alternativa brasileira a essa problemática que o projeto Eureka se propôs testar a utilização dos computadores no ensino na escola pública de primeiro grau e de alfabetização de jovens e adultos, procurando ao máximo inserir o computador no nosso contexto cultural. É esse, pois, um dos desafios que, como educadores, estamos juntos a procurar solucionar. E para isso, como ressalta Maria Cândida Moraes A. Lima (1992 : p.2 )

*"E é preciso ter esperança. Esperança sem ingenuidades. Esperança como parte da vida e do crescimento. Como estado de consciência, como estado de espírito, que acompanha a fé e a firmeza. A fé numa educação renovada, numa sociedade mais justa, igualitária, ampla e integrada. A firmeza na nossa capacidade de agir e de transformar. Lembrando o Mestre Paulo Freire: "Ai de nós educadores se não sonharmos os sonhos impossíveis".*

A questão que se coloca hoje, portanto, não é mais se o computador deve ou não entrar na escola, uma vez que isto é inevitável, mas como o computador e o conhecimento da informática podem ser incorporados e dominador de modo a favorecer o processo de educação, a universalização do conhecimento, em especial o de natureza científica.

## **O PROJETO EUREKA**

A questão de que o controle, a democratização e a produção de conhecimento também passa pela sala de aula é o elemento fundamental da filosofia de Educação subjacente ao uso de informática em educação neste projeto. Ao propôr criar o "Ambiente Logo" como parte das atividades pedagógicas a expectativa é que os alunos desenvolvam não apenas as habilidades intelectuais e assimilem o conhecimento, mas,

adquiram, também, auto-confiança como aprendizes e elevada auto-estima, essenciais para o desenvolvimento da cidadania.

Neste sentido, são objetivos específicos deste Projeto, entre outros: o desenvolvimento de metodologia de ensino integrando atividades de sala de aula e do laboratório de informática, que possa ser estendido a outros sistemas escolares, bem como habilitar os profissionais de educação a utilizarem a informática como instrumento pedagógico.

O Projeto é estruturado em dois módulos, intensivo e extensivo que se entrelaçam no tempo, objetivando a formação continuada dos educadores envolvidos. Esta estrutura de módulos se baseia no entendimento de que não basta formar o professor mas é essencial uma estrutura de apoio continuada para que ocorra uma real mudança na prática pedagógica.

O Módulo Intensivo caracteriza-se por um mergulho na filosofia e linguagem Logo tanto do ponto de vista teórico como prático. Esse mergulho é realizado através de cursos organizados pelas equipes do Projeto e da UNICAMP e ministrados através da Escola de Extensão da UNICAMP.

Atualmente, dois cursos são oferecidos: "Logo no Ambiente da Escola de Primeiro Grau" envolvendo aulas teóricas e práticas, concluindo com a elaboração de projeto de integração da informática no currículo, para os iniciantes. E "Curso Avançado de Logo para Educadores" objetivando aprofundamento teórico e prático para os educadores já integrados no Projeto.

O Módulo Extensivo é o âmago do Projeto, é a participação nele que caracteriza o engajamento do educador no Projeto. Compreende a gestão do processo de informatização das escolas envolvidas, através várias atividades desenvolvidas durante o ano letivo. Essa gestão se dá mediante a realização de reuniões mensais da Comissão de Educação e Informática da Secretaria Municipal de Educação, sediada na Prefeitura Municipal de Campinas, da qual participam a coordenadora do Projeto, o coordenador da Equipe de Apoio, os coordenadores dos Grupos de Trabalho (GT) das escolas envolvidas e representantes da Secretaria Municipal de Educação. Essa Comissão é encarregada de planejar,

deliberar e avaliar o processo de informatização do ensino público municipal de Campinas.

Além desta Comissão, o projeto é assessorado por uma Equipe de Apoio, composta por docentes da rede municipal sob coordenação de um docente licenciado em período integral para este fim. Os integrantes da Equipe de Apoio têm formação na filosofia e linguagem Logo. Prestam assessoramento pedagógico aos Grupos de Trabalho das escolas envolvidas, através de plantão de programação, organização de oficinas e outras atividades compreendidas tanto na aplicação da informática na educação como na realização de estudos e pesquisas neste sentido. A Equipe de Apoio se reúne semanalmente para planejar e avaliar todas as atividades a serem empreendidas no Projeto.

Nas escolas, as atividades são organizadas em torno de Grupo de Trabalho (GT) formado pelos educadores participantes do Projeto, sob a liderança de um coordenador, eleito anualmente pelos seus pares. O GT realiza semanalmente reuniões de estudo, avaliação e aprimoramento da filosofia e linguagem Logo e plantão de programação, assessorados por um membro da Equipe de Apoio.

Os educadores ainda participam do Grupo de Estudos, onde palestras ou oficinas de caráter mais abrangente são desenvolvidas em reuniões mensais, operacionalizando, uma formação em serviço. O objetivo é valorizar o educador, oferecendo-lhe constante aperfeiçoamento técnico-pedagógico que estimule a vontade de construção coletiva dos ideais pedagógicos e sociais a serem alcançados com este trabalho. Espera-se possibilitar desse modo ao educador não só uma formação continuada e cotidiana mas também a visualização de novas fronteiras a serem alcançadas no desenvolvimento do Projeto e segurança para conduzir esse processo.

A valorização do profissional da Educação como agente fundamental no processo de informatização do ensino também se dá concretamente através da remuneração do tempo extra-classe dedicado ao Projeto. Neste sentido, o coordenador da Equipe de Apoio dedica 40 horas semanais ao Projeto. Os participantes da Equipe de Apoio e os coordenadores dos GTs dedicam, além da jornada semanal de trabalho, 12 horas semanais ao Projeto. Os professores participantes dos Grupos de Trabalho, dedicam 4 horas, além da sua jornada semanal. A remuneração

dessas atividades insere-se na política da Secretaria de Educação para incentivar o desenvolvimento de projetos inovadores em sua rede e o reconhecimento do trabalho do educador como o de um profissional.

## **AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO PROJETO**

De um modo em geral, ao avaliarem suas experiências como docentes e especialistas dentro das atividades desenvolvidas pelo Eureka no ano de 1992 (Equipe de Apoio, 1993), os educadores registraram que, depois que passaram a se integrar ao Projeto Eureka, perceberam que a informática aplicada à educação, dentro da filosofia do Projeto, estimula mudanças tanto na forma de pensar como de agir pedagogicamente, embora o tempo de existência do projeto na escola ainda seja relativamente pequeno para obterem resultados de maior vulto.

Quanto ao trabalho docente, as mudanças mais significativas (Equipe de Apoio, 1993, p. 4-8) que começaram a ocorrer, na opinião dos próprios educadores, são:

1. A informática aplicada à educação, por si, não melhora. O que faz a diferença é o Logo, pois leva o docente a repensar sua prática pedagógica.

2. A informática na educação só muda para melhor quando todos os docentes estão comprometidos com a mudança e a busca de valores como a cooperação, respeito, responsabilidade, autonomia, união do pensar e do fazer, criatividade, criticidade. Sem esse comprometimento prévio, o computador pode se tornar um "elefante-branco."

3. Logo permite repensar o papel do educador e o caráter do conhecimento porque ele convida a trabalhar de maneira diferente da tradicional: é o aluno quem deve construir o seu próprio saber, corrigindo os próprios erros e desmistificando o papel do professor como único detentor do conhecimento. A relação professor-aluno não fica tão passiva, nesta perspectiva. O aluno é mais sujeito pois o conteúdo não está pronto.

4. Com o Logo, os docentes perceberam que tiveram que repensar os conceitos a serem trabalhados no computador e que o erro é uma possibilidade de aprendizagem e não um "bicho papão".

5. Os docentes sentiram-se estimulados a acompanhar mais detidamente a trajetória do raciocínio e da aprendizagem dos alunos no Ambiente Logo. E perceberam que ainda são vagos, imprecisos, ao formularem perguntas aos alunos. Estão se sentindo estimulados a serem mais reflexivos, críticos, criativos e a se aproximarem dos seus alunos afim de ajudá-los tanto no aspecto cognitivo quanto afetivo.

6. As aulas se tornaram mais interessantes, ativas, onde todos buscam soluções para desenvolverem seus projetos computacionais e novos conhecimentos. Os alunos ficaram mais críticos, criativos e exigentes.

7. Alguns professores ficam com dificuldade de, sozinhos, atenderem os alunos nos computadores. Às vezes há sobrecarga de alunos por máquina e tanto professores como alunos não gostam.

8. Com o computador, é possível trabalhar várias habilidades ao mesmo tempo e o Projeto tem estimulado a pensar a integração curricular com o Logo.

9. Frente à integração conteúdo-Logo, a maioria dos docentes avaliou que ainda é preciso um maior aprofundamento na Filosofia e Linguagem Logo para poder realizar essa integração de maneira mais consciente, planejada, registrada e satisfatória.

10. A integração conteúdo-Logo foi possível, nas seguintes disciplinas:

- . Fundamentos Matemáticos: (lateralidade, cor, número, direção, forma, ângulo, frações, etc.)
- . Linguagem e História (conhecimento de letras e sílabas, produção de textos)
- . Geografia (reprodução gráfica dos espaços geofísicos)
- . Criação de projetos artísticos.
- . Aspectos sociais: respeito, colaboração e divisão do trabalho.

11. Alguns docentes sentiram uma diminuição no desempenho profissional (tiveram que se dedicar mais ao Projeto e ficaram com pouco tempo) e uma desestruturação na sala de aula, com dificuldades de articulação do computador com as outras atividades pedagógicas.

12. A participação no GT possibilitou um maior vínculo entre os educadores e ele não deve ser dividido numa mesma escola para que a riqueza que propicia essa troca de experiências e reflexões não seja prejudicada.

Em relação aos alunos, a avaliação que os docentes fizeram foi:

13. Inicialmente, eles sentiram dificuldades, ficaram ansiosos, alguns chegaram a confundir Logo com video-games e outros sentiram medo, mas depois que aprenderam um pouco gostaram, ficou mais fácil a atividade com o Logo.

14. Os alunos ficaram, de um modo em geral, mais estimulados com as aulas após a chegada do computador.

15. Os alunos começam a raciocinar mais pois a ênfase não é fazer cópia no computador mas criarem seus próprios projetos.

16. As crianças do Infantil sentem-se mais estimuladas a conhecerem o alfabeto por causa do teclado do computador. Algumas acham que a escola com computador "é mais legal" porque "não se faz só lição no caderno e na lousa". Sentem-se estimuladas a pensar mais.

17. Os trabalhadores-alunos da FUMEC registraram que o computador está "exercitando as suas inteligências" e que, além disso, ele é muito útil para a sociedade. Dessa forma, os pobres também deveriam ter acesso a essas máquinas. Além disso, os patrões não devem tirar o trabalho humano e transferir esse trabalho aos robôs e computadores. Todos devem ter essas tecnologias.

Frente a essas avaliações iniciais realizadas pelos docentes, podemos perceber que a introdução da informática no ensino público fundamental, na perspectiva do Eureka, está propiciando um saudável repensar entre teoria e prática educacional, fator este fundamental na construção de uma melhor relação entre educador e educando a nível

cognitivo e afetivo. Este repensar fica evidenciado nas respostas de 1 a 10. A resposta 11 evidencia a ocorrência de um conflito do professor entre uma metodologia que domina e a sua transformação incorporando o Logo como instrumento pedagógico.

Embora o Projeto esteja em fase inicial, a existência de um Grupo de Trabalho semanal que se dedique a repensar, estudar e praticar uma nova teoria e prática pedagógica está propiciando o aprimoramento da gestão da própria atividade educativa de forma mais democrática e participativa, pois docentes, especialistas e alunos começam a pensar, juntos, a melhor forma de organizarem suas próprias atividades educacionais. Essa importância dada ao GT fica evidente na resposta 12, a ponto dos docentes não quererem ter o grupo dividido numa mesma escola.

Do lado dos alunos, essas atividades estão sendo muito bem vindas. Eles sentem muito entusiasmo com a informática. O Logo promove um verdadeiro desafio às suas inteligências. Alguns ainda sentem inércia e tentam copiar (13 a 17). Foi nesse momento que os professores, dentre os quais os da Escola Infantil, ao procurarem mediar a situação perceberam que: suas perguntas ainda são vagas, que não conhecem muito bem o estilo do desenvolvimento cognitivo dos seus alunos e o porquê de alguns alunos ainda não conseguirem realizar seus projetos pessoais ou mesmo entender certos comandos básicos. E, no intuito de resolver essa situação, esses docentes começaram, em 1993, a produzir textos analíticos e reflexivos sistematizando suas práticas pedagógicas com o Logo no intuito de extrair elementos norteadores para suas ações com a informática na educação, de forma mais consistente.

No caso do Programa de Alfabetização de Jovens e Adultos, também em 1993, um movimento semelhante ao da Escola Infantil começou a ocorrer. A Coordenadora Administrativo-Pedagógica da Unidade envolvida no Projeto juntamente com as docentes elaboraram, já no início do ano letivo, um projeto pedagógico anual, da unidade em questão, que procurou articular as diferentes séries compreendidas no Programa e os diferentes conteúdos e disciplinas programáticas contemplando a atividade com o Logo, inserido no Projeto Eureka. Mensalmente, esse projeto vem sendo avaliado pelo conjunto: coordenadora-docentes, no intuito de cotejá-lo com a realidade vivida durante o mês por docentes e alunos. Essa avaliação conjunta tem

propiciado troca de experiências e elementos reflexivos e metodológicos entre todos os participantes, mesmo aqueles não envolvidos no Projeto Eureka, pois essas reuniões também contemplam os outros educadores e as demais atividades intra e extra classe.

Na Educação Fundamental, as docentes da primeira à quarta série e as da quinta à oitava passaram a se encontrar com mais frequência e isso está propiciando uma maior relação professor-professor (12). Essa troca de experiência, além da maior vinculação entre todos (incluindo o Infantil e a FUMEC) está promovendo um esforço coletivo produtivo no intuito de realizar uma renovação pedagógica que, para ter sucesso, requer, sobretudo a partir de agora, a maior dedicação de todos.

## CONCLUSÕES

É evidente que, estando o Projeto Eureka em seu início, envolvendo ainda um pequeno número de escolas, não é possível se tirar conclusões definitivas sobre a viabilidade de um programa extensivo de computadores em escolas públicas. Os resultados já alcançados, entretanto, são bastante animadores.

O Projeto tem possibilitado o desenvolvimento de uma nova relação professor-aluno, a nível cognitivo e afetivo. A interação desenvolvida nesse processo revela-se com algo não só facilitadora da aprendizagem, mas qualitativamente capaz de gerar um auto conhecimento reflexivo muito mais intenso, dado que o Logo possibilita a tomada de consciência tanto do professor quanto do aluno, de que a educação é um processo de construção coletiva de aprendizagem. A grande vantagem dessa abordagem é que o computador, nesta linguagem (Logo), é o tutorado, ficando para o professor o papel de mediador e construtor de aprendizagem com o aluno. Vê-se aqui o oposto da instrução programada, e assim, a riqueza desta investida educacional.

Ademais, a formação do educador (docentes e especialistas) como ponto fundamental para a informatização do ensino público na perspectiva do Projeto Eureka, está iniciando um movimento promissor de replanejamento dos Projeto Pedagógicos das Escolas envolvidas, bem como a revisão do conteúdo e do próprio processo de ensino-

aprendizagem . A filosofia norteadora do Projeto propicia e estimula a reflexão dos educadores acerca do papel da escola, do conhecimento e do próprio processo de aprendizagem, dado que o Logo é portador de uma crítica ao ensino tradicional (que se baseia na memorização e na tutela do professor), ao contrário do desenvolvimento das estruturas cognitivas e a formação da consciência crítica e participativa, aspectos centrais na formação da cidadania democrática, base do Projeto Eureka.

É claro que os problemas gerais da educação ainda persistem: repetência, evasão, indisciplina, descomprometimento de alguns educadores e educandos com a escola. Contudo, neste um ano e meio de existência do Projeto na Escola, têm-se vivido um represamento desse processo decadente do ensino e começa-se a capacitação e, sobretudo, a redefinição dos projetos e das práticas escolares visando melhorar a qualidade de ensino. A informática, na perspectiva do Eureka, contribui para essa renovação da educação. Todos os envolvidos são constantemente estimulados a reverem suas posições e, em alguns casos, chegam até a se desestruturarem momentaneamente, como na resposta 11.

O cronograma de expansão do Projeto tem como preocupação central a capacitação de profissionais, ciente de que a preparação do professor e outros profissionais da Educação é a pedra angular em que o projeto se apoia. O programa completo deverá ser implementado ao longo de vários anos pois depende não só de recursos, como da formação de um número significativo de pessoas. Além disso, embora os resultados já obtidos tanto pelo programa EDUCOM (MEC/SENETE) como na fase piloto da SME permitam uma visão otimista , a implementação dos resultados do programa numa escala maior deve ser acompanhada e analisada de forma a otimizar os resultados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ripper, A. (1990). Projeto Eureka: Campinas, documento não publicado.
- Lima, M.C.M. A. (1992) Educação do Futuro: Tecnologia, Consciência e Criatividade in *Anais IV Congresso Logo*. Petrópolis, p.2

Moraes, R. A. (Equipe de Apoio) (1993) Oficina de Fundamentos: Educação e Informática: Por Que e Para Que?, Campinas, texto não publicado.



**UNICAMP**

*IMPRESSO NAS OFICINAS GRÁFICAS DA  
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS*

PRINTED IN BRAZIL