

CIBEC/INEP



B0026280

SÉRIE DE ESTUDOS  
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

ProInfo

# INFORMÁTICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

volume 1

Maria Elizabeth de Almeida

.694

17p

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA



Presidente da República Federativa do Brasil  
**Fernando Henrique Cardoso**

Ministro da Educação  
**Paulo Renato Souza**

Secretário de Educação a Distância  
**Pedro Paulo Poppovic**

Diretor do Departamento de Informática na Educação  
**Cláudio Francisco Souza de Salles**

SÉRIE DE ESTUDOS / EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA  
PROINFO - INFORMÁTICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES

Secretaria de Educação a Distância / MEC

Coordenador editorial  
**Cícero Silva Júnior**

**Ministério da  
Educação**

**SÉRIE DE ESTUDOS**  
EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA

ProInfo

**INFORMÁTICA  
E FORMAÇÃO DE  
PROFESSORES**

volume 1

**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO**  
**SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA**

## Copyright © Ministério da Educação – MEC

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

ProInfo: Informática e formação de professores / Secretaria de Educação a Distância.

Brasília: Ministério da Educação, Seed. 2000. 192 p. - (Série de Estudos. Educação a Distância. ISSN 1516-2079; v.13)

1. Ensino a distância. I. Brasil. Ministério da Educação. Secretaria de Educação a Distância. II. Série.

CDU37.01843

Edição  
ESTAÇÃO DAS MÍDIAS  
Edição de texto  
Maria Izabel Simões Gonçalves  
Editoração eletrônica e produção gráfica  
Casa Paulistana de Comunicação

**Projeto gráfico**

Rabiscos  
Ilustração da capa  
Sandra Kaffka

**Revisão**

Ana Cristina Garcia

Fotolitos  
Engenho & Arte  
Impressão  
Editora Parma Ltda.

Tiragem: 180 mil exemplares

ISSN 1516-2079

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA  
Esplanada dos Ministérios, Bloco L, 1º andar, sala 100  
Caixa Postal 9659 - CEP 70001-970 - Brasília, DF  
fax: (0\_\_61)410.9178  
e-mail: [seed@seed.mec.gov.br](mailto:seed@seed.mec.gov.br)  
site: [www.mec.gov.br/seed](http://www.mec.gov.br/seed)

A tarefa de transformar nosso complexo sistema educacional exige múltiplas ações. As mais importantes são as capazes de provocar impacto significativo na qualidade da formação e da prática do professor. É isso que o MEC tem buscado ao formular políticas para a Educação. É esse o objetivo da Secretaria de Educação a Distância - Seed, no seu incessante empenho de melhorar a formação continuada do professor. Para isso contribuem seus principais programas: a TV Escola, o Proformação e o Programa Nacional de Informática na Educação - ProInfo, integrado, a partir de agora, à nossa *Série de Estudos*.

Desenvolvido em parceria com governos estaduais e municipais, o ProInfo é um marco na democratização do acesso às modernas tecnologias de informática e telecomunicações - a telemática. Já distribuiu, em sua primeira fase de implantação, 30.253 microcomputadores a 2.276 escolas e 223 Núcleos de Tecnologia Educacional - NTEs que, além de pontos de suporte técnico-pedagógico, são centros de excelência em capacitação. Esses núcleos já formaram 1.419 professores multiplicadores e 20.557 professores, em todo o Brasil.

Com a publicação, em dois volumes, de *Informática e formação de professores*, a Seed oferece, a professores, multiplicadores e educadores em geral, algumas referências teóricas e práticas que possam facilitar a apropriação das novas tecnologias e seu uso como instrumento de transformação do sistema educacional.

Secretaria de Educação a Distância

# SUMÁRIO

## VOLUME 1

INTRODUÇÃO.....	11
Tecnologia, desenvolvimento do pensamento e implicações educacionais .....	12
INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO .....	19
Proposta para uma teoria .....	19
Dois grandes linhas para a Informática na Educação .....	23
Abordagem instrucionista <i>versus</i> abordagem construcionista.....	38
O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração .....	40
AS BASES DA PROPOSTA DE PAPERT .....	49
Dewey: o método por descoberta .....	49
Paulo Freire: a educação progressista e emancipadora .....	53
Jean Piaget: a epistemologia genética.....	58
Vigotsky: a zona proximal de desenvolvimento .....	66
Uma rede de teorias.....	71
PRÁTICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO .....	77
O professor no ambiente informatizado construcionista .....	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	87

## VOLUME 2

A FORMAÇÃO DO PROFESSOR PARA O USO PEDAGÓGICO DO COMPUTADOR .....	107
O conceito de reflexão .....	115
COMPUTADORES E MUDANÇAS NAS INSTITUIÇÕES EDUCACIONAIS .....	121
Projetos inovadores .....	122
O currículo .....	124

EXPERIÊNCIAS EM FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	127
Formação no locus escolar.....	127
Formação no âmbito das universidades .....	134
Um olhar sobre os cursos de especialização em Informática na Educação.....	137
O Projeto Formar .....	139
Curso de Especialização em Informática na Educação da PUC-RS.....	145
Pós-graduação em Informática Aplicada à Educação da Universidade Católica de Petrópolis .....	150
Curso de Especialização em Tecnologias Interativas Aplicadas à Educação da PUC-SP .....	154
Curso de Especialização a Distância em Psicologia do Desenvolvimento Cognitivo Aplicada a Ambientes Informáticos de Aprendizagem da UFRGS.....	160
Contribuição para novos cursos.....	163
FORMAÇÃO REFLEXIVA DE PROFESSORES .....	167
Diretrizes do processo de formação.....	168
Considerações finais.....	178
UM OLHAR PARA O FUTURO .....	183
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	185

# **INFORMÁTICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

**Maria Elizabeth Bianconcini de Almeida**

*Professora da Faculdade de Educação  
da Pontifícia Universidade Católica de São Paulo  
Mestre e doutoranda no Programa de Pós-graduação  
em Educação: Currículo, PUC-SP*

## INTRODUÇÃO

*Pensar na formação do professor para exercitar uma adequada pedagogia dos meios, uma pedagogia para a modernidade, é pensar no amanhã, numa perspectiva moderna e própria de desenvolvimento, numa educação capaz de manejar e de produzir conhecimento, fator principal das mudanças que se impõem nesta antevéspera do Século 21. E desta forma seremos contemporâneos do futuro, construtores da ciência e participantes da reconstrução do mundo.*  
M. C. Moraes, 1993

N o decorrer de minha vida profissional como educadora em diferentes níveis e modalidades de ensino, a questão do papel e da posição do professor sempre esteve presente em minhas reflexões. E acentuou-se ainda mais quando integrei à minha prática a utilização do computador. Novas questões vieram somar-se às minhas preocupações quando participei de cursos de formação de professores para uso pedagógico do computador. A minha participação em tais atividades de formação fez com que eu me conscientizasse de que a adequada preparação do professor é o componente fundamental para o uso do computador em educação, segundo uma perspectiva crítico-reflexiva.

No volume 2, este trabalho apresenta uma análise das atividades de formação de professores desenvolvidas em

diversas instituições, procurando explicitar seus equívocos, avanços e possíveis contribuições. No final, apresenta as diretrizes de uma teoria norteadora que possa orientar a formação de professores para o uso pedagógico do computador em quaisquer modalidades, quer seja no *locus* escolar, quer seja no âmbito das universidades.

## Tecnologia, desenvolvimento do pensamento e implicações educacionais

As vertiginosas evoluções socioculturais e tecnológicas do mundo atual geram incessantes mudanças nas organizações e no pensamento humano e revelam um novo universo no cotidiano das pessoas. Isso exige independência, criatividade e autocrítica na obtenção e na seleção de informações, assim como na construção do conhecimento.

Por meio da manipulação não linear de informações, do estabelecimento de conexões entre elas, do uso de redes de comunicação e dos recursos multimídia, o emprego da tecnologia computacional promove a aquisição do conhecimento, o desenvolvimento de diferentes modos de representação e de compreensão do pensamento.

Os computadores possibilitam representar e testar ideias ou hipóteses, que levam à criação de um mundo abstrato e simbólico, ao mesmo tempo que introduzem diferentes formas de atuação e de interação entre as pessoas. Essas novas relações, além de envolverem a racionalidade técnico-operatória e lógico-formal, ampliam a compreensão sobre aspectos sócio-afetivos e tornam evidentes fatores pedagógicos, psicológicos, sociológicos e epistemológicos.

O clima de euforia em relação à utilização de tecnologias em todos os ramos da atividade humana coincide com um momento de questionamento e de reconhecimento da inconsistência do sistema educacional. Embora a tecnologia

informática não seja autônoma para provocar transformações, o uso de computadores em educação coloca novas questões ao sistema e explicita inúmeras inconsistências.

Anteriormente, outras tecnologias foram introduzidas na educação. A primeira revolução tecnológica no aprendizado foi provocada por Comenius (1592-1670), quando transformou o livro impresso em ferramenta de ensino e de aprendizagem, com a invenção da cartilha e do livro-texto. Sua ideia era utilizar esses instrumentos para viabilizar um novo currículo, voltado para a universalização do ensino. Hoje, apesar de se supor que atingimos um ensino universalizado quanto ao acesso, o mesmo não se pode afirmar quanto à democratização do conhecimento.

Paulo Freire, quando questionado a esse respeito em uma conferência realizada na Universidade Federal de Alagoas - UFAL (Maceió, 1990), muito apropriadamente acentuou a necessidade de sermos homens e mulheres de nosso tempo que empregam todos os recursos disponíveis para dar o grande salto que nossa educação exige. Assim, ao mesmo tempo que nos preocupamos em inserir as novas tecnologias nos espaços educacionais, deparamo-nos com carências básicas, como o considerável percentual da população brasileira cujas crianças frequentam escolas públicas - quando podem frequentar - e que não possuem condições mínimas favoráveis ao desenvolvimento da aprendizagem.

Nesse sentido, Dowbor (1994:122) acrescenta que, "frente à existência paralela deste atraso e da modernização, é que temos que trabalhar em 'dois tempos', fazendo o melhor possível no universo preterido que constitui a nossa educação, mas criando rapidamente as condições para uma utilização 'nossa' dos novos potenciais que surgem".

Entretanto, as propostas de modernização da educação na maioria das vezes não têm alcançado o sucesso esperado ao enfrentar essas questões. É preciso encarar a dinâmica do conhecimento num sentido mais abrangente e tentar

compreender os conhecimentos emergentes da sociedade -nos espaços denominados *espaços do conhecimento* -, tais como os citados por Dowbor (as empresas, as mídias, os cursos técnicos especializados, o espaço científico domiciliar, as organizações não governamentais, etc), que precisam ser integrados ao conhecimento educativo.

Isso significa uma proposta de parceria entre o setor educacional e a comunidade, para explorar e construir conhecimentos segundo as necessidades de seu desenvolvimento, numa dinâmica de articulação em que a instituição educacional assume o papel de mobilizadora de transformações, e o professor, o papel de promotor da aprendizagem.

Mas como o professor, preparado para uma pedagogia baseada em procedimentos que visam à acumulação de informações pelo aluno, poderá reinventar a sua prática e assumir uma nova atitude diante do conhecimento e da aprendizagem?

Assim como não se pode mais questionar o uso do computador em educação, também não se deve adotá-lo como a panaceia para os problemas educacionais. E aí as questões são: Quais as implicações e contribuições efetivas desses novos formalismos de representação ao processo pedagógico? Como e quando a escola poderá integrar o computador a seus espaços de saber, de modo a restabelecer as formas de aprendizagem que enfatizam a ação e a reflexão de seus alunos? Como preparar o professor para atuar nessa nova realidade?

Essa última questão será o enfoque da análise que pretendo realizar.

#### **A SERVIÇO DE UM PROJETO PEDAGÓGICO**

O tema *informática em educação e preparação de professores* despertou a atenção de vários pesquisadores em diferentes países. No Brasil, tem sido objeto de análise em

monografias, teses de mestrado e doutorado (Foresti, 1996; Menezes, 1993; Moreira e Silva, 1990; Silva Filho, 1988) que procuram examinar a questão de forma crítica, considerando o computador como uma ferramenta a serviço de um projeto pedagógico.

Essa mesma perspectiva é assumida em trabalhos publicados por Valente (1993, 1994, 1995), Machado (1994, 1995), Ribas Júnior (1992), Gatti (1993), Carraher (1990), Falcão (1989) e outros. Existem autores que concordam com essas ideias e enfatizam as questões políticas que permeiam a introdução do computador no sistema educacional, tais como Almeida (1988), Candau (1991) e Andrade & Lima (1993).

Concordo com esses autores quanto à ideia de que a tecnologia informática não é a característica fundamental da transformação educacional, embora seja incitadora de mudanças a partir das reflexões que provoca. Esse mesmo ponto de vista é apresentado por pensadores que se dedicam a outros campos do conhecimento, como Dowbor (1994) e Drucker (1993).

Embora Drucker seja muito contundente ao afirmar que a tecnologia está "engolindo as escolas", também enfatiza a importância de "repensar o papel e a função da educação escolar - seu foco, sua finalidade, seus valores... A tecnologia será importante, mas principalmente porque irá nos forçar a fazer coisas novas, e não porque irá permitir que façamos melhor as coisas velhas" (1993: 153).

É importante salientar que 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. Isso significa que o professor precisa deixar de ser o repassador de conhecimento - o computador pode fazer isso e o faz muito mais efi-

cientemente do que o professor - e passar a ser o criador de ambientes de aprendizagem e o facilitador do processo de desenvolvimento intelectual do aluno" (Valente, 1993a: 6). Tal desenvolvimento ocorre em um contexto educacional em que se dá o jogo das inter-relações sociais entre os sujeitos históricos.

Diante desse contexto de transformação e de novas exigências em relação ao aprender, as mudanças prementes não dizem respeito à adoção de métodos diversificados, mas sim à atitude diante do conhecimento e da aprendizagem, bem como a uma nova concepção de homem, de mundo e de sociedade. Isso significa que o professor terá papéis diferentes a desempenhar, o que torna necessários novos modos de formação que possam prepará-lo para o uso pedagógico do computador, assim como para refletir sobre a sua prática e durante a sua prática (*reflexão na prática e sobre a prática*, conforme Shôn, 1992), acerca do desenvolvimento, da aprendizagem e de seu papel de agente transformador de si mesmo e de seus alunos.

Conforme Prado (1993: 99), "o aprendizado de um novo referencial educacional envolve mudança de mentalidade (...). Mudança de valores, concepções, ideias e, conseqüentemente, de atitudes não é um ato mecânico. É um processo reflexivo, depurativo, de reconstrução, que implica em transformação, e transformar significa conhecer".

A partir dessa perspectiva, considero a formação do professor reflexivo uma questão fundamental em um processo de formação. Na tentativa de contribuir com o desafio de encontrar caminhos que possibilitem formar professores para utilizar os recursos do computador de acordo com a abordagem reflexiva, no volume 2 analisarei algumas experiências de formação, entre elas o Curso de Especialização em Informática na Educação desenvolvido na Universidade Federal de Alagoas, do qual participei.

Os objetivos desse trabalho são compreender o processo de formação de professores para o uso pedagógico do computador e fazer uma análise crítica de experiências desenvolvidas sob diferentes perspectivas. Com base nessa análise, serão traçadas as diretrizes para outras atividades de formação, que propomos desenvolver segundo a abordagem construcionista.

Alicerçada em base construcionista e na ideia de prática pedagógica reflexiva, procurarei compreender as características principais de algumas experiências de diferentes instituições e apreender suas dificuldades e possibilidades.

A partir da minha visão do processo vivenciado no curso da Universidade Federal de Alagoas, no qual atuei como coordenadora e como docente, e dos depoimentos de alunos, extraio elementos significativos que originam as categorias que, uma vez validadas, compõem as diretrizes para novas propostas.

# INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

*Os conceitos físicos são livres criações do intelecto humano. Não são, como se poderia pensar, determinados exclusivamente pelo mundo exterior. No esforço de entendermos a realidade, muito nos parecemos com o indivíduo que tenta compreender o mecanismo de um relógio fechado (...) Se for engenhoso, poderá formar uma imagem do mecanismo que poderia ser responsável por tudo quanto observa, mas jamais poderá estar totalmente certo de que tal imagem é a única capaz de explicar suas observações. Jamais poderá confrontar sua imagem com o mecanismo real.*  
Albert Einstein

## Proposta para uma teoria

Informática na Educação é um novo domínio da ciência que em seu próprio conceito traz embutida a ideia de pluralidade, de inter-relação e de intercâmbio crítico entre saberes e ideias desenvolvidas por diferentes pensadores.' Por ser uma concepção que ainda está em fase de desenvolver seus **argumentos**, quanto mais nos valermos de teorias fundamentadas em visões de homem e de mundo coerentes, melhor será para observarmos e analisarmos diferentes fatos, eventos e fenômenos, com o objetivo de estabelecer relações entre eles.

Assim, a partir de um contexto ou situação-problema,' podemos ter múltiplos campos de observação, pois há uma

rede de conexões entre hipóteses e inferências que ampliam as possibilidades de interpretação. Uma situação-problema passa a ser compreendida através de explicações pluralistas embasadas em teorias que se inter-relacionam e se entrelaçam com seu próprio contexto.

Muitos dos desafios enfrentados atualmente têm a ver com a fragmentação do conhecimento, que resulta tanto de nossa especialidade quanto, e principalmente, do processo educacional do qual participamos. Ambos estão diretamente relacionados às limitações causadas por uma visão mecanicista, que é fruto do paradigma dominante e segue o modelo da racionalidade científica, característico da ciência moderna.

Por outro lado, nos deparamos com grande número de estudiosos que considera limitada a visão de mundo desse paradigma dominante. Defendem a opinião de que é preciso mudar radicalmente tais filosofias e assumir uma abordagem que permita tanto compreender a transformação cultural contemporânea como participar dela. O resultado é o esboço de um movimento convergente que perpassa todas as ciências e se configura como interdisciplinar.

Embora ainda muito rejeitada por vários estudiosos, essa nova visão sobre a aplicação de múltiplas teorias para explicar um fato sustenta-se em ideias de pensadores contemporâneos, como Piaget, Popper, Thomas Kuhn, Einstein, Capra, Boaventura Santos, Machado, Papert e outros.

"As teorias científicas jamais poderão oferecer uma descrição completa e definitiva da realidade. Serão sempre aproximações da verdadeira natureza das coisas. Em palavras mais duras, os cientistas não lidam com a verdade; lidam com descrições limitadas e aproximadas da realidade" (Capra, 1993: 55).

Entretanto, a ênfase aqui proposta não é para teorias divergentes sobre um mesmo fato, mas sim para as que têm o mesmo objeto de estudo, partilham de um único paradigma ou de um conjunto de pressupostos fortemente relacionados e propõem soluções que se interconectam, cujo enfoque varia de acordo com a especialidade de seus pesquisadores. Nesse sentido, diferentes cientistas abraçam uma determinada teoria, mas cada um a aplica segundo sua própria interpretação.

Nossos conceitos são aproximações válidas apenas para certo conjunto de fenômenos ou fatos, que não são completa e definitivamente explicados por nenhuma teoria. Assim, um determinado fato ou fenômeno pode ser explicado por um conjunto de teorias mutuamente consistentes e entrelaçadas, a ponto de formar uma espécie de rede, na qual sempre é possível conectar novos nós. Dificilmente se pode afirmar que um modelo ou teoria é mais fundamental que outro.

Machado (1994: 33) refere-se à metáfora do conhecimento como rede, caracterizando-a como "a permanente metamorfose, a heterogeneidade das conexões, a fractalidade, o intrincamento interior/exterior, a proximidade topológica e o acentrismo".

Ao se assumir essa linha de reflexão, torna-se evidente a relatividade dos fatos e a não-hierarquização das ciências, o que permite aceitar o uso de "modelos diferentes para descrever aspectos diversos da realidade sem precisarmos considerar qualquer um deles como fundamental e que vários modelos interconectados podem formar uma teoria coerente" (Capra, 1993: 55).

Portanto, o fenômeno da aprendizagem não se reduz a entidades fundamentais dissociadas, como blocos justapostos de conhecimento; sua compreensão reside nas interconexões estabelecidas, que têm como base a auto-

consistência e usam elementos de análise coerentemente articulados entre si.

Ao analisar as possibilidades de introduzir os recursos computacionais nas práticas educacionais com o objetivo de transformar o processo ensino-aprendizagem/hão se pode ter como referência nenhum quadro teórico anteriormente estruturado.<sup>1</sup> É preciso delinear uma base conceitual que represente um movimento de integração entre diferentes teorias e que possa conduzir à compreensão do fenômeno educativo em sua unicidade e concretude.

A concepção que construímos sobre Informática na Educação provém de uma ampla e abrangente abordagem sobre aprendizagem, filosofia do conhecimento, domínio da tecnologia computacional e prática pedagógica, que não só abandona a ideia de blocos de construção justapostos, como não trata de entidade fundamental alguma - nenhuma constante, lei ou equação fundamental.

O universo de estudos da Informática na Educação é como uma rede dinâmica de temas ou especialidades inter-relacionados para propiciar a unificação de conhecimentos. A consistência das inter-relações entre os temas em estudo determina a estrutura da rede toda, uma vez que os "diversos temas articulam-se mutuamente e abrem-se para muitos outros, aqui apenas tangenciados, numa teia que não se fecha, que não se completa, que não poderia completar-se: a própria ideia de complemento ou fechamento não parece compatível com a concepção de conhecimento que se intenta semear" (Machado, 1995: 21).

Ao admitir o conhecimento como um processo de natureza interdisciplinar "que pressupõe flexibilidade, plasticidade, interatividade, adaptação, cooperação, parcerias e apoio mútuo" (Moraes, 1996: 14), coloca-se a utilização pedagógica do computador na confluência de

diversas teorias - teorias "transitórias" e coerentes com a visão epistemológica de rede. Dessa forma, abrem-se as possibilidades de profunda alteração na pedagogia tradicional - o que não significa sua negação, mas um redimensionamento e uma dinamização alicerçados no procedimento de questionar, de admitir a provisoriedade do conhecimento, na abertura ao diálogo e na integração de novas ideias.

## Duas grandes linhas para a Informática na Educação

A aplicação da tecnologia de informação nos diversos ramos da atividade humana levou à criação de cursos de nível técnico ou superior e mesmo de cursos livres, com a finalidade de preparar profissionais para funções específicas da área, tais como: programadores, analistas de sistemas, técnicos em processamento de dados, engenheiros de software, etc.

A primeira grande linha conceitual sobre o uso da Informática na Educação teve início com o próprio ensino de informática e de computação.

Posteriormente surgiu uma segunda grande linha, com o objetivo de desenvolver o ensino de diferentes áreas do conhecimento por meio dos computadores - isto é, o ensino pela informática. Nessa linha, os computadores são empregados em diferentes níveis e modalidades, assumindo funções definidas segundo a tendência educacional adotada.

O desenvolvimento deste trabalho refere-se à segunda linha, que se apresenta sob diferentes abordagens e pode ser analisada - tanto no que se refere ao desenvolvimento do programa computacional como à sua utilização - segundo uma das perspectivas: instru-

cionista ou construcionista. Sob qualquer uma delas, os elementos básicos envolvidos na atividade são o professor, o aluno, o computador e o software ou programa computacional.

#### **A ABORDAGEM INSTRUCIONISTA**

A primeira aplicação pedagógica do computador foi planejada para que fosse usado como uma máquina de ensinar skinneriana<sup>1</sup> e empregava o conceito de instrução programada. Por essa ótica, o conteúdo a ser ensinado deve ser subdividido em módulos, estruturados de forma lógica, de acordo com a perspectiva pedagógica de quem planejou a elaboração do material instrucional. No final de cada módulo, o aluno deve responder a uma pergunta, cuja resposta correta leva ao módulo seguinte. Caso a resposta do aluno não seja correta, ele deve retornar aos módulos anteriores até obter sucesso.

Até hoje muitas experiências educacionais se restringem a colocar microcomputadores e programas (softwares educativos) nas escolas para uso em disciplinas que visam a preparar os alunos para o domínio de recursos da computação. Isso acabou por originar uma nova disciplina no currículo do ensino tradicional, cujas atividades se desenvolvem em um laboratório de informática, totalmente dissociada das demais disciplinas.

<sup>1</sup> Skinner dedicou-se à análise funcional do comportamento em situações criadas em laboratório, para descrever e controlar fenômenos observáveis. Estabeleceu a distinção entre respostas produzidas em reação a estímulos (teoria do reforço) e respostas operantes — comportamento operante —, que são fornecidas sem estimulação aparente. Propôs um método de aprendizagem por instrução programada através do uso de máquinas de ensinar que prevê uma única resposta para determinado estímulo. Embora a instrução programada tenha sido considerada como a solução para todos os problemas educacionais, ela não provocou os efeitos esperados.

Consequentemente, atribui-se a uma pessoa que domina os recursos computacionais a responsabilidade pela disciplina. Acredita-se que não há necessidade de que essa pessoa seja um professor, pois o objetivo é que os alunos adquiram habilidade no manuseio do equipamento, sem preocupação com sua utilização como ferramenta do processo ensino-aprendizagem. Essa prática, sem real integração no processo educacional, contrapõe a transmissão tradicional do saber às novas inter-relações estabelecidas entre informações, às novas formas de comunicação e pensamento que surgem e, finalmente, às novas organizações que nascem - o que gera questionamentos e inquietações.

A outra tentativa de se usar o microcomputador como instrumento de consolidação da prática pedagógica tradicional é semelhante à inserção dos recursos audiovisuais na escola. Os microcomputadores são incorporados como mais um meio disponível. Não há uma reflexão sobre a possibilidade de contribuir de modo significativo para a aprendizagem de novas formas de pensar. O programa de ensino é o mesmo, a única diferença é o modo de transmitir informações, que se dá através de microcomputadores e de programas do tipo CAI (Instrução Auxiliada por Computador) ou ICAI (Instrução Inteligente Auxiliada por Computador), elaborados por especialistas e colocados à disposição de professores e alunos.

É com essa visão que a instituição adquire programas educacionais e transfere para o computador a perspectiva de ensino instrucionista. Nesse contexto, a atuação do professor não exige muita preparação, pois ele deverá selecionar o software de acordo com o conteúdo previsto, propor as atividades para os alunos e acompanhá-los durante a exploração do software. É evidente que um professor competente procurará tirar proveito dessas atividades e escolherá softwares adequados às necessidades, capaci-

dades e interesses de seus alunos, além de desenvolver reflexões que levem à compreensão e à formalização dos conceitos embutidos nos softwares.

O software instrucionista não deixa explícito o pensamento do aluno que o utiliza. Para que o professor descubra o que o educando pensa em relação ao tema e possa intervir para provocar reflexões significativas, é preciso que ele acompanhe todos os passos da exploração e questione exaustivamente o aluno. Além disso, não dispomos no mercado de uma gama de softwares com qualidade e adequação para o desenvolvimento cognitivo-afetivo dos alunos. A maioria deles conduz a uma atividade mecânica e repetitiva, que desperta apenas momentaneamente a motivação e deixa para o professor o trabalho de provocar a reflexão nos educandos.

Essa modalidade tem provocado reações por parte de alunos e professores. Os alunos tentam dinamizar o uso do microcomputador - descobrem formas mais criativas de explorá-lo e estabelecem uma interação com a máquina muito diferente daquela imposta pela escola. A partir da reação dos alunos e diante da constatação de que os microcomputadores são apenas exatos e pacientes transmissores de informações, os professores questionam a sua própria prática e o papel real da escola.

Muitas instituições demonstram sensibilidade para com a introdução do computador no apoio ao processo ensino-aprendizagem. Mas, devido ao tempo necessário para preparar os professores que atuam em diferentes disciplinas, acabam por contratar uma empresa cuja proposta é implantar o projeto na escola junto aos alunos e, gradativamente, preparar os professores. Nesse caso, os professores frequentemente acompanham seus alunos nas atividades de informática, mas existe um *instructor* responsável pela mediação dos alunos com os recursos computacionais que assume todo o desenvol-

vimento das atividades. O instrutor é considerado o detentor do saber sobre a máquina, o que leva o professor a sentir-se ameaçado e inibido até mesmo para fazer perguntas. O resultado é que, aos poucos, o professor se desinteressa totalmente e, se lhe for permitido, usará o horário para outras atividades.

Há uma gama enorme de programas de computador para uso em educação que têm como fundamento a teoria comportamentalista. São os programas denominados CAI, que transmitem informações ao aluno - sujeito passivo - ou verificam o volume de conhecimentos adquiridos sobre determinado assunto que são "depositados" na mente do aluno. "O computador funciona como uma máquina de ensinar otimizada, e o software pode ser dos tipos tutorial, exercício-e-prática, jogos educacionais ou mesmo algumas simulações. São estabelecidos *a priori* as diferentes possibilidades, os passos ou as alternativas a serem adotadas pelo aluno. O professor torna-se um mero espectador do processo de exploração do software pelo aluno" (Almeida, 1994: 1).

O conceito de conhecimento desse tipo de software é o de um produto acabado, que apresenta o conteúdo a ser ensinado conforme a estrutura do pensamento de quem o elaborou com o objetivo de instruir o aluno sobre determinado assunto (perspectiva instrucionista). O conteúdo -apresentado segundo os critérios de precisão, clareza e objetividade, somados a recursos sensoriais, como imagens e sons - penetra na mente do aluno através dos sentidos. O aluno dirige sua atenção ao programa, que detém então a supremacia do conhecimento.

Quando permitem a manipulação de diferentes situações, os softwares do tipo CAI podem ser usados de forma criativa, desde que o professor procure provocar os alunos para testar diferentes ideias sobre os conteúdos apresentados. Em outubro de 1992, quando participei de um

estágio no Institute Universitaire de Formation de Maitres, de Carcassonne, França, pude observar, em duas escolas secundárias, práticas completamente diferentes, e até contraditórias, do uso de um software para estudo da Geometria euclidiana, denominado *Euclide*.

Em uma das escolas visitadas, a professora fazia com os alunos exatamente o que os professores de Geometria costumam fazer quando não dispõem de computadores. Passava a maior parte do tempo da aula instruindo os alunos a marcar pontos na tela e a ligá-los para construir diferentes tipos de ângulos. Os alunos trabalhavam em dupla e se limitavam às construções, da mesma forma que em sala de aula - onde também se perde muito tempo para fazer os desenhos com lápis e papel, e as reflexões sobre o significado dos conceitos envolvidos não são realizadas ou são minimamente realizadas.

Na outra escola, a professora incitava os alunos a construir os ângulos e a observar os resultados obtidos. Cada vez que surgia algo novo, a professora solicitava que a dupla explicasse aos colegas o que havia realizado e o resultado obtido - um modo de formalizar conceitos sobre a classificação e o emprego de diferentes tipos de ângulos. Nessa prática, a professora foi além da representação na tela. E os subsídios fornecidos pelo computador serviram para levantar reflexões sobre as hipóteses testadas e os conceitos envolvidos na atividade. Evidentemente, o programa não levou os alunos a refletirem, apenas a desenhar rapidamente. Mas a professora soube tirar proveito do que o software podia realizar e dedicou boa parte da aula a analisar os resultados dos diferentes desenhos e a provocar a formalização de generalizações.

Nas duas situações o computador serve como "suporte" (Valente, 1993c) de um assunto em estudo. Para empregar softwares desse tipo, o professor não precisa de preparação profunda, com muita fundamentação pedagógica. Basta

dominar os recursos básicos de manuseio do computador e ter habilidade no uso do software específico.

Em síntese, os programas educacionais do tipo CAI são concebidos segundo teorias comportamentalistas, em que os alunos são conduzidos pelas mesmas regras para receber informações sobre conteúdos específicos, que podem ser decompostos em unidades elementares. A organização dos conteúdos é feita por um especialista - é, portanto, externa ao contexto. A ação do aluno se restringe a estabelecer associações entre estímulos e respostas - que são reforçadas externamente. Os processos pelos quais o aluno passa para emitir determinada resposta, assim como a natureza dos seus erros, não são considerados.

Com a evolução da computação (hardware e software), os programas educacionais do tipo CAI tornaram-se mais adaptáveis às necessidades dos alunos e mais motivadores; alguns chegam até a analisar estratégias de resolução de problemas e determinados tipos de erros dos alunos. São os programas ICAI, elaborados a partir de recursos da inteligência artificial e fundamentados nos mesmos princípios comportamentalistas.

O programa do tipo ICAI é desenvolvido a partir da montagem de situações de ensino sobre conteúdos específicos e de um aluno ideal e inexistente. De acordo com as respostas fornecidas pelo usuário, o programa pode analisar objetivamente a dificuldade apresentada e fornecer informações complementares. Também é possível que respostas do usuário ou outros dados sejam acrescentados ao programa, que se torna cada vez mais sofisticado e abrangente. Assim, um programa do tipo ICAI incorpora três componentes (Marti, 1992: 75) ou modelos:

- **modelo de *expert*:** estratégias e conhecimentos empregados pelo especialista para resolver determinado problema;

- **modelo de diagnóstico:** compara as respostas dadas pelo aluno com as respostas do especialista;
- **modelo de tutor:** fornece informações sobre o conteúdo em estudo e orientações sobre o programa em uso.

Entretanto, mesmo os softwares ditos "inteligentes" não têm condições de analisar as dificuldades subjetivas de um aluno real nem de verificar quais assuntos são mais significativos para lhe propiciar a aprendizagem. Esses fatores dependem do professor, pois o tutor não chega a empregar a amplitude e a complexidade de processos que o professor assume em sua prática.

Os ambientes informáticos que integram simultaneamente diversas mídias, combinando recursos textuais, gráficos, sonoros, visuais com animação, etc. (chamados de ambientes ou sistemas multimídia), propiciam o desenvolvimento de experiências interativas, mas partem dos mesmos pressupostos comportamentalistas.

A combinação das diferentes formas de mídia se dá por meio de *nós*, que são as unidades mínimas de informação, e de *ligações*, que são as conexões entre os nós. A maneira como as ligações entre os nós são estruturadas define a hierarquia do ambiente, que pode ser projetada de forma linear ou não-linear. Neste caso, as ligações entre os nós permitem percorrer o sistema por diferentes caminhos.

O ambiente não-linear pode ser um ambiente de apresentação desenvolvido previamente para fornecer informações a serem consultadas, e não pode ser modificado por quem o utiliza, como é o caso das enciclopédias em CD-ROM. O usuário recebe passivamente as informações da apresentação, sem interagir com o ambiente, que conserva a perspectiva instrucionista.

No ambiente denominado *sistema de autoria*, o aluno pode atuar sobre o ambiente multimídia, não só para consultar informações, mas também para inserir novas, estabelecer outras ligações entre informações e desenhos, criar suas próprias apresentações ou lições. Os softwares Autor, Linkway e Super Link são exemplos desse ambiente. A forma como o professor os utiliza é que identifica a abordagem adotada.

Se, em um sistema de autoria, o próprio professor edita as apresentações a serem exploradas por seus alunos e permite que cada um percorra o caminho que mais lhe interessa, ainda se mantém a perspectiva instrucionista, embora o professor conheça melhor do que um especialista em software as necessidades dos alunos e possa fazer apresentações mais condizentes com elas.

Quando o sistema de autoria é colocado à disposição dos alunos para que eles construam suas próprias apresentações, possam levantar e testar hipóteses, elaborar e relacionar conhecimentos e desenvolver projetos de seu interesse, os sistemas são considerados *abertos*. Nesse caso constituem ferramentas de aprendizagem, isto é, são recursos que apoiam o aluno no desenvolvimento de atividades que podem levar à aprendizagem. Os sistemas abertos pressupõem "a ação do sujeito para criar uma apresentação, isto é, construir nós e ligações, utilizando esse recurso como uma ferramenta, como um meio para aprendizagem de outros conhecimentos, e não como um fim em si mesmo" (Jacques & Fagundes, 1995: 306).

Continua válida até nossos dias a afirmação de Seymour Papert (1985: 56) de que "a maior parte de tudo o que tem sido feito até hoje sob o nome genérico de 'tecnologia educacional' ou 'computadores em educação' acha-se ainda no estágio da composição linear de velhos métodos instrucionais com novas tecnologias".

## A ABORDAGEM CONSTRUCIONISTA

Estamos em um momento em que a disseminação do computador na educação atingiu larga escala. Mas o impacto das mudanças que ele poderia provocar ainda não ocorreu, embora existam modalidades de uso cujos ambientes de aprendizagem informatizados podem contribuir para transformações. Uma das formas é o emprego do computador como ferramenta educacional com a qual o aluno resolve problemas significativos. Isso pode ocorrer, por exemplo, através do uso de aplicativos como processador de texto, planilha eletrônica, gerenciador de banco de dados, ou mesmo de uma linguagem de programação que favoreça a aprendizagem ativa - isto é, que propicie ao aluno a construção de conhecimentos a partir de suas próprias ações (físicas ou mentais). O aluno pode ainda fazer uso de outros recursos disponíveis, tais como redes de comunicação a distância ou sistema de autoria, para construir conhecimento de forma cooperativa ou para a busca de informações.

Nessa abordagem o computador não é o detentor do conhecimento, mas uma ferramenta tutorada pelo aluno e que lhe permite buscar informações em redes de comunicação a distância, navegar entre nós e ligações, de forma não-linear, segundo seu estilo cognitivo e seu interesse momentâneo. Tais informações podem ser integradas pelo aluno em programas aplicativos, e com isso ele tem a chance de elaborar o seu conhecimento para representar a solução de uma situação-problema ou a implantação de um projeto. As informações também podem ser trabalhadas no desenvolvimento de programas elaborados em linguagem de programação. Todas essas situações levam o aluno a refletir sobre o que está sendo representado.

Quando o aluno utiliza programas aplicativos para representar o conhecimento, o retorno que o computa-

dor lhe fornece, após a realização das operações selecionadas, é o mesmo que foi descrito, mas com um novo formato ou uma outra representação. Por exemplo, transformar uma tabela em gráfico, apresentar um texto em outra formatação e estilo, correlacionar e listar informações de um banco de dados, importar e conectar informações trabalhadas em diferentes ambientes computacionais e utilizando diversas mídias. Nesse caso, o professor precisa se esforçar para compreender o processo mental do aluno.

Ao usar uma linguagem de programação para representar no computador a forma humana de buscar a solução de um problema, isto é, ao descrever todos os passos que podem levar à solução-sequência lógica de ações, está-se "ensinando" o computador a resolver o problema através de um programa. O aluno descreve as operações necessárias para atingir certo objetivo, sendo obrigado a transformar seus conhecimentos em procedimentos<sup>2</sup> (Marti, 1992: 27).

Elaborar um programa significa manipular um sistema de palavras e de regras formais que constituem a sintaxe e a estrutura da linguagem, que dão suporte para representar os conhecimentos e as estratégias necessários à solução de um problema. O conhecimento não é fornecido ao aluno para que ele dê as respostas. É o aluno que coloca o conhecimento no computador e indica as operações que devem ser executadas para produzir as respostas desejadas. O programa fornece importantes pistas sobre o pensamento do aluno, uma vez que o seu pensamento está descrito explicitamente e a resposta do computador permite comparar o previsto com o obtido. O professor tem maiores chances de

- Procedimento é um conjunto de operações cuja execução leva a um resultado ("saber como"). Conhecimento declarativo ou conceitual é o conjunto de significados relacionados e organizados sobre qualquer tipo de conhecimento ("saber o quê") (Marti, 1992: 27).

compreender o processo mental do aluno, de ajudá-lo a interpretar as respostas, de questioná-lo, de colocar desafios que possam ajudá-lo na compreensão do problema e de conduzi-lo a um novo patamar de desenvolvimento.

A atitude do professor não apenas promove "a interação do sujeito com a máquina, mas, sobretudo, possibilita a aprendizagem ativa, ou seja, permite ao sujeito criar modelos a partir de experiências anteriores, associando o novo com o velho (Papert, 1985) na construção de programas constituídos por uma sequência de comandos logicamente estruturados, desenvolvendo a ideia de organização hierárquica e revelando seu estilo de estruturação mental e representação simbólica" (Almeida, 1991: 2.29). O uso do computador como uma ferramenta não estabelece a dicotomia tradicional entre conteúdos e disciplinas, uma vez que trabalha com conhecimentos emergentes na implantação de projetos ou na resolução de situações-problema; ou com *conhecimentos-em-uso* (Papert, 1985,1994), que propiciam a articulação entre conhecimentos procedurais e declarativos (Marti, 1992) - o que demanda diversas competências, tais como planejamento, análise de resoluções de problemas, reflexão, etc.

Conhecimento-em-uso refere-se aos conhecimentos embutidos em um projeto (procedurais e declarativos), que geralmente não se restringem a uma única área ou disciplina. A própria ideia de projeto implica o desenvolvimento de temas que englobam a inter-relação entre conhecimentos de distintas áreas, cuja conexão se dá pelo seu emprego no projeto em desenvolvimento ou tema em estudo.

Contudo, quando se trabalha sob a ótica da aprendizagem ativa, a interação que se estabelece entre as ações do aluno e as respostas do computador promove a participação ativa do aluno. E ele torna-se autor e condutor do processo de aprendizagem, que pode ser compartilhada com o professor e com os demais colegas, pois o resulta-

do está explicitamente descrito e facilmente visível na tela do computador ou disponível na área de uso público da rede que interliga os computadores.

Papert (1985,1994) chamou de construcionista sua proposta de utilização do computador, considerado uma ferramenta para a construção do conhecimento e para o desenvolvimento do aluno. Com o objetivo de possibilitar o uso pedagógico do computador, segundo os princípios construcionistas, Papert criou a linguagem de programação Logo, que permite a criação de novas situações de aprendizagem.

A característica principal do construcionismo é a noção de concretude como fonte de idéias e de modelos para a elaboração de construções mentais. A relação entre o concreto e o formal é dialética, na medida em que o pensamento abstrato também é uma ferramenta que serve, "como muitas outras, para intensificar o pensamento concreto" (Papert, 1994: 130). O pluralismo e a conexão entre esses domínios - concreto e formal - é um forte componente da abordagem construcionista.

Posteriormente, com a utilização do computador em diferentes ambientes educacionais e com a evolução dos recursos de computação, a ideia de construcionismo foi expandida para além dos limites da linguagem e da metodologia Logo, deixando de representar a proposta inicial de Papert a respeito da programação em Logo e da relação concreto-abstrato.

O significado de construcionismo aqui adotado refere-se a toda uma perspectiva sobre o uso do computador em educação, denominada *estética Logo* (Prado, 1993; Barrella & Prado, 1996), ou *cultura Logo* (Baranauskas, 1993), ou *ambiente Logo* (Valente, 1996; D'Abreu, 1993), ou mesmo *abordagem Logo* (Almeida, 1996).

A abordagem Logo "não é a linguagem de programação em si, e sim um modo de conceber e de usar pro-

gramação de computadores" (Barrella & Prado, 1996: 6) que propicia ao aluno condições de explorar o seu potencial intelectual no desenvolvimento de ideias sobre diferentes áreas do conhecimento e de realizar sucessivas ações, reflexões e abstrações segundo o ciclo des-criação-execução-reflexão-depuração (que veremos adiante com mais detalhes) - o que permite ao aluno criar seus próprios modelos intelectuais. Nessas condições, "o controle do processo é do aluno", e o computador é "uma ferramenta tutorada pelo aluno, que o ensina a 'fazer', cabendo ao aluno a função de 'saber fazer-fazer'" (Almeida, 1996: 1).

O aluno que programa o computador não recebe passivamente a informação; ele atua em um ambiente aberto, colocando-se por inteiro na atividade, estabelecendo um diálogo entre os pólos objetivo e subjetivo de seu pensamento. Para que esse processo ocorra, é necessário que o professor crie um ambiente que estimule o pensar, que desafie o aluno a aprender e a construir conhecimento individualmente ou em parceria com os colegas. Isso propicia o desenvolvimento da auto-estima, do senso crítico e da liberdade responsável.

Mas o ambiente Logo não pode ser vazio de significado. O pensar deve incidir sobre conteúdos de um objeto em investigação que envolva distintas áreas do conhecimento (pensar-sobre) ou também sobre o próprio pensamento-metacognição (pensar-sobre-o-pensar). Há uma relação dialética entre o pensar-sobre e o pensar-sobre-o-pensar.

Sherry Turkle (1984) afirma que os computadores podem converter-se em um 'espelho da mente", funcionando como telas nas quais cada pessoa projeta a sua personalidade em uma relação de interação - relação dinâmica entre ação e operação mental, que suscita o pensamento sem, no entanto, determiná-lo. Mesmo quando o aluno

se encontra diante de um programa de computador desenvolvido por outras pessoas, a forma como explora o programa - isto é, como ele toma consciência do pensamento do outro, apropria-se dele e lhe imprime a sua interpretação - também reflete o estilo de expressão de sua personalidade, embora não favoreça diretamente a construção de conhecimentos.

O uso do computador segundo essa abordagem torna evidente o processo de aprender de cada indivíduo, o que possibilita refletir sobre o mesmo a fim de compreendê-lo e depurá-lo. Dessa forma, pode-se pensar em uma transformação no processo ensino-aprendizagem, passando a colocar "a ênfase na aprendizagem ao invés de colocar no ensino; na construção do conhecimento e não na instrução..." (Valente, 1993a: 20). Mas isso não é uma tarefa simples. Não se trata de uma junção da informática com a educação, mas sim de integrá-las entre si e à prática pedagógica, o que implica um processo de preparação contínua do professor e de mudança da escola. Ou seja, uma mudança de paradigma (Bustamante, 1996; Ribeiro, 1994).

Portanto, não se busca uma melhor transmissão de conteúdos, nem a informatização do processo ensino-aprendizagem, mas sim uma transformação educacional, o que significa uma mudança de paradigma, que favoreça a formação de cidadãos mais críticos, com autonomia para construir o próprio conhecimento. E que, assim, possam participar da construção de uma sociedade mais justa, com qualidade de vida mais igualitária. O uso de computadores em educação pode potencializar tais mudanças.

Porém, se o objetivo é provocar mudanças efetivas no processo educacional, é preciso compreender claramente a distinção entre as abordagens instrucionista e construcionista.

## Abordagem instrucionista versus abordagem construcionista

Enquanto as interações dos programas instrucionistas enfatizam o software e o hardware (a máquina), com vistas a "ensinar" o aluno e não provocar conflitos cognitivos, o software construído pelo aluno individualmente ou cooperativamente na abordagem construcionista centra-se no pensamento e na criação, no desafio, no conflito e na descoberta. "De um lado, a riqueza de imagens e as múltiplas opções; de outro, o programa sem nada, a não ser o desafio a explorar, descobrir e demonstrar. A interação grupai, a troca. A conclusão extraída a partir do desafio" (Bustamante, 1996).

Assim, as práticas pedagógicas de utilização de computadores se realizam sob abordagens que se situam e "oscilam entre dois grandes pólos" - instrucionista e construcionista (Valente, 1993a).

Papert identifica diversos aspectos que distinguem o construcionismo do instrucionismo, entre os quais vale salientar:

- Para o instrucionismo, a melhor aprendizagem decorre do "aperfeiçoamento do ensino", enquanto o construcionismo não nega o valor da instrução, mas coloca a atitude construcionista como um paradoxo que tem a meta de "produzir a maior aprendizagem a partir do mínimo ensino". Isso não significa que a aprendizagem ocorra espontaneamente, mas sim que os professores precisam fomentar em sua prática os processos de aprendizagem ditos naturais, que ocorrem independentemente dos métodos educativos tradicionais (Papert, 1994: 124, 125).
- As pessoas podem construir por si mesmas seus métodos de resolução de problemas, segundo seu pró-

prio estilo de pensamento, que devem ser respeitados, identificados e incentivados pelos professores. Contudo, o uso do computador pode dar ao aluno a oportunidade de empregar diferentes estilos e a liberdade de trabalhar com o estilo que melhor lhe convier no momento.

- As construções mentais podem ser apoiadas por construções concretas, tipo construções "no mundo", cujo "protótipo pode ser mostrado, discutido, examinado, sondado e admirado" (ibid: 127), favorecendo novas abstrações, que podem levar a outras construções concretas, num movimento dialético entre o concreto e o abstrato.
- Uso dos princípios matemáticos e heurísticos para promover a aprendizagem. *Matética*, para Papert, é o conjunto de princípios norteadores que regem a aprendizagem. O fundamental é fazer com que o conhecimento que está sendo trabalhado tenha sentido para o aluno, ou seja, que a aprendizagem seja sintônica. A heurística é o conhecimento sobre como resolver problemas. Assim, "matética é para a aprendizagem o que a heurística é para a resolução de problemas" (Papert, 1988: 74, 87).
- Desenvolvimento de micromundos como ambientes de aprendizagem ativa, que permitem a exploração sem a preocupação com os critérios de certo ou errado e sem a noção de pré-requisito. A aprendizagem é ativa, não somente por ser interativa, mas também porque os alunos podem testar suas próprias ideias ou teorias sobre o micromundo, mesmo partindo de teorias equivocadas ou "transitórias", que podem levá-los a teorias mais consistentes, o que é parte inerente ao processo de aprendizagem.
- Emprego do conceito de depuração (*debugging*) no sentido de que o aluno procura compreender a sua

representação do programa para identificar e corrigir os erros (*bug*). O erro é considerado "benéfico porque nos leva a estudar o que aconteceu de errado, e, através do entendimento, a corrigi-lo (...). O professor também é um aprendiz (...) todos aprendem com os próprios erros" (ibid: 142).

Portanto, ao observar os aspectos acima, pode-se afirmar que a proposta' construcionista requer uma nova epistemologia da prática pedagógica e exige aprofundamento teórico sobre o papel de cada um dos elementos envolvidos na ação. Assim, cabe ao professor a criação de ambientes de aprendizagem que propiciem ao aluno a representação de elementos do mundo, em contínuo diálogo com a realidade, e apoiem suas construções e o desenvolvimento de suas estruturas mentais. O professor assume um novo papel, que será objeto de estudo no volume 2.

### O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração

Programar computadores significa representar os passos que podem levar à solução de determinada situação-problema, ou seja, *descrever* uma sequência de ações em uma linguagem que o computador possa executar. O programa desenvolvido é *executado* pelo computador, que fornece uma resposta, diante da qual podem ocorrer duas situações. Na primeira, o resultado fornecido é o esperado, e a atividade está concluída. Na outra, o resultado fornecido pelo computador não corresponde ao esperado e há necessidade de rever todo o processo de representação do problema, tanto em termos da descrição formal das operações como em termos da lógica empregada na solução. Isso promove o desenvolvimento de reflexões que

procuram compreender as estratégias adotadas, os conceitos envolvidos, os erros cometidos e as formas possíveis de corrigi-los - o que leva o aluno a depurar o seu programa e a inserir nele novos conceitos ou estratégias. Após terem sido feitas as alterações na descrição do programa, ele é novamente executado e o ciclo se repete até atingir um resultado satisfatório.

O professor pode incitar o aluno que programa o computador a refletir sobre o processo empregado, a encontrar os erros cometidos, a corrigir o programa e a executá-lo até chegar à solução desejada. Isso desenvolve um processo traduzido pelo ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (Valente, 1993b; Freire & Prado, 1995).

Para que esse ciclo se processe, o professor precisa compreender a representação da solução do problema que o aluno adotou; acompanhar a depuração, tentar identificar as hipóteses, os conceitos e os possíveis equívocos envolvidos no programa e assumir o erro como uma defasagem ou discrepância entre o obtido e o pretendido. Assim, o professor intervém no processo de representação do aluno, ajuda-o a tomar consciência de suas dificuldades e a superá-las, a compreender os conceitos envolvidos, a buscar informações pertinentes, a construir novos conhecimentos e a formalizar esses conhecimentos.

Na atividade de depuração, o aluno reflete sobre a forma como representou o programa - "pensa sobre o pensar" (Turkle, 1984) - e os conceitos envolvidos e tenta encontrar os erros cometidos para, em seguida, modificar o programa. Esse processo permite que o aluno deixe de pensar no correto e no errado e se volte para a busca de uma solução aceitável. O erro passa a ser então um revisor de ideias e não mais um motivo de punição, intimidação e frustração. A forma como o aluno encara a ocorrência de erros, procurando uma melhor compreensão das estratégias e dos conceitos envolvidos na solução adotada, iden-

tifica seu estilo de pensar sobre si mesmo e de relacionar-se com o mundo (Valente, 1993b).

O ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (Valente, 1993b; Freire & Prado, 1995) está presente na programação, em diferentes linguagens de comunicação com o computador. Algumas linguagens, porém, por sua estrutura subjacente, envolvem formas diferentes de representar a resolução de problemas e, conseqüentemente, formas diferentes de pensar sobre eles. Isso, em determinadas situações, pode criar dificuldades para a compreensão do problema e a programação correspondente, principalmente por pessoas que não são especialistas em programação nem em computação ou informática.

A arquitetura subjacente a cada linguagem de programação é o modelo para a representação da resolução de problemas a ser executada pelo computador e revela um determinado paradigma computacional. Em educação, o paradigma de programação mais utilizado é o procedural, que caracteriza diferentes linguagens, tais como Fortran, Logo, Modula-2 e Pascal.

De acordo com o paradigma procedural, programar o computador significa escrever uma seqüência de ordens para serem executadas sequencialmente, isto é, "o computador é entendido como uma máquina que obedece ordens, e o programa como uma prescrição da solução para o problema" (Baranauskas, 1993: 46).

A linguagem Logo, desenvolvida por Seymour Papert para dar suporte às atividades de uso do computador em educação, é a linguagem que mais se adapta à abordagem construcionista, que visa a uma ação reflexiva. Outras linguagens de programação ou mesmo programas aplicativos também podem ser empregados, porém apresentam maiores dificuldades quanto à implementação da abordagem no que se refere à explicitação do processo de desenvolvimento do aluno.

No caso de empregar outras linguagens de programação, a dificuldade reside nas estruturas de representação de dados, fortemente rígidas, e nos comandos e mensagens da máquina, que geralmente são em inglês, o que dificulta a depuração do programa. Na linguagem Logo, não há pré-requisitos ou definições que precisem ser compreendidos antes da exploração da máquina. Quanto aos programas aplicativos, a abordagem construcionista também pode ser utilizada, mas o *feedback* dado pela máquina não é a execução de uma sequência de comandos, e sim um texto organizado, formatado, alinhado, etc, o que torna a depuração uma atividade relativamente pobre.

Nas atividades de programação, é imediata a atuação segundo o processo cíclico descrição-execução-reflexão-depuração, uma vez que programar significa: criar estratégias para conectar conhecimentos adquiridos; aplicá-los na descrição de ações que representem uma alternativa para a solução do problema que é objeto da programação; levar o computador a executar o programa; analisar o resultado obtido. Caso não se tenha obtido o resultado esperado, é preciso refletir sobre as estratégias e os conceitos empregados, para localizar os equívocos ou erros (*bugs*), realizar as devidas alterações (depuração) na descrição e recolocar o programa para ser executado pelo computador, até se obter um resultado satisfatório, que leve à compreensão de um novo conhecimento e à sua possível formalização.

Há hoje certas ferramentas computacionais que favorecem a aplicação do ciclo descrição-execução-reflexão-depuração, cuja atividade para resolver problemas se assemelha a uma "atividade de escultura": a solução vai surgindo sem um planejamento rígido antecedente (algoritmo). À medida que as ações vão sendo definidas pelo aluno, são executadas pelo computador, e o resultado deli-

neia-se pouco a pouco. A junção das ações que produziram o resultado satisfatório compõe o programa referente à resolução do problema, caracterizando a "visão 'soft' de programação" (Valente, 1993b: 40). Nessa modalidade, encontram-se Paintbrush, Micromundos, SlogoW, Mega Logo, etc, que podem importar para seu ambiente objetos criados em outros ambientes computacionais.

Na visão *hard de* programação (Turkle, 1994; Valente, 1993b), a solução do problema é integralmente descrita em termos de ações (algoritmos) codificadas em uma sequência de comandos (ou instruções) que compõem o programa, para posteriormente ser executada. Encaixam-se nessa visão as linguagens de programação Algol, Fortran, Pascal, Modula-2, etc.

Contudo, em qualquer tipo de ambiente de programação, *hard* ou *soft*, é preciso reconhecer que as pessoas têm estilos cognitivos diferentes para desenvolver programas. As de estilo planejador costumam primeiramente analisar todo o problema, planejar as estratégias de solução, elaborar o programa e depois colocá-lo no computador para execução. Já as do estilo *bricoleur* (Papert, 1994) vão construindo o programa a partir de suas primeiras percepções sobre o problema, sem um planejamento prévio detalhado. Um estilo não é melhor do que o outro, e o ambiente construcionista propicia um diálogo e uma abertura entre os dois. Cabe ao professor provocar reflexões sobre os diferentes estilos usados pelos alunos, bem como encorajá-los a tentar as duas estratégias de resolução.

#### **O CICLO DESCRIÇÃO-EXECUÇÃO-REFLEXÃO-DEPURAÇÃO EM OUTROS AMBIENTES EDUCACIONAIS**

De acordo com Petry e outros (1995: 460), ao acompanhar a depuração, é possível identificar os conceitos do

sujeito sobre depuração e suas hipóteses a respeito do problema. Os autores se fundamentam em Fagundes (1989), que sugere, a partir da generalização construtiva de Piaget, que a habilidade de depuração pode, por extensão, ser transferida para outras atividades fora do contexto de uso do computador e da programação.

Bustamante (1996) observa que a estrutura de hierarquia de procedimentos do paradigma de programação pro-cedural pode ser transferível a outras situações que envolvem "análise de problema" e constitui a estratégia de "dividir para conquistar" (Papert, 1985).

A transferência da habilidade de depuração e da divisão de um problema em pequenas partes para melhor compreendê-lo é extremamente importante para que o professor intervenha no processo de construção do aluno. O professor tem aí melhores condições para auxiliar o aluno a tomar consciência sobre o seu processo em desenvolvimento, para orientá-lo na análise de cada uma das partes do problema, para ajudá-lo a identificar as dificuldades ou os erros e corrigi-los.

O emprego do processo cíclico descrição-reflexão-execução-depuração se faz presente na atuação do professor quando este toma consciência de sua prática, levanta e testa hipóteses sobre a sua ação (executa-as através do computador ou sem a presença do mesmo), reflete em sua ação e sobre sua ação pedagógica, analisa a adequação de suas intervenções e, finalmente, depura sua atuação para torná-la mais apropriada ao desenvolvimento de seus alunos.

O professor construcionista procura identificar as dúvidas e o grau de compreensão dos alunos sobre os conceitos em estudo, propõe alterações nas ações inadequadas e cria situações mais propícias para o nível de seus alunos, de modo a desafiá-los a atingir um novo patamar de desenvolvimento. A ação do professor cons-

trucionista no ambiente computacional evidencia o emprego do ciclo. E quando o professor assume essa atitude, sua atuação em qualquer outro ambiente de aprendizagem é influenciada pela mesma abordagem.

A coerência com a abordagem construcionista deve estar presente na formação do professor - formação essa que se situa na prática e ao mesmo tempo está voltada para a prática segundo o processo cíclico descrito. Isso significa que a formação não pode estar dissociada da prática; deve ocorrer simultaneamente, associando teoria e prática em atividades que entrelaçam os fundamentos da Informática na Educação com o domínio dos recursos computacionais e com a prática de uso do computador com os alunos. Tais atividades são acompanhadas de reflexões na prática e sobre a prática e têm por base a teoria em contínuo processo de elaboração, com o objetivo de construir uma nova prática.

Assim, tanto na formação como na prática do professor, a ação é simultaneamente ponto de partida, de chegada e processo, mediada por um entrelaçamento de fatores que constituem a totalidade de cada sujeito envolvido na ação - fatores afetivos, sociais, culturais, cognitivos e emocionais, interconectados em uma perspectiva interdisciplinar.

Formadores e formandos, professores e alunos - atores e autores da ação pedagógica - compartilham do processo descrição-execução-reflexão-depuração que ignora as dicotomias tradicionais do conhecimento no paradigma dominante. A atuação e a formação do professor construcionista serão objeto de estudos mais aprofundados no volume 2.

O processo descrição-execução-reflexão-depuração também se faz presente nas pesquisas, por meio das seguintes etapas de trabalho: o projeto é descrito em um plano de ação flexível, cuja execução é constantemente confrontada com o plano, para refletir sobre o que se previu; executa-se o que está sendo produzido; tenta-se

modificar procedimentos, estratégias, informações ou conceitos necessários a compreensão do objeto em estudo; enfim, depura-se a pesquisa durante o seu desenvolvimento. Após a conclusão das ações, é elaborado um relatório no qual se procura aprofundar a compreensão do processo desenvolvido à luz de teorias fundamentadoras, que possam promover a evolução para um nível superior de conhecimento sobre o objeto, bem como realizar a depuração final do processo para o desenvolvimento de outras ações correlatas.

Devido aos objetivos das atividades de uso do computador em educação que desenvolvo, assumi o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração primeiramente nas atividades de programação na linguagem Logo. Depois transferi a mesma abordagem para outros ambientes informatizados. Após um período de assimilação e acomodação, tomei consciência de que poderia usar o ciclo em outras atividades, externas ao ambiente computacional, e passei a empregá-lo nas demais atividades de ensino e pesquisa. O uso do ciclo consiste em uma atitude diante do conhecimento e da aprendizagem e não apenas em uma técnica ou metodologia.

Portanto, o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração é uma característica da atividade computacional, transferível e aplicável em outras situações, como a ação do aluno em interação com a máquina, a prática pedagógica, a formação do professor e as investigações.

*Meus olhos estarão sobre espelhos,  
pensando nos caminhos que existem  
dentro das coisas transparentes.*  
Cecília Meireles

## **AS BASES DA PROPOSTA DE PAPERT**

Ao articular conceitos da inteligência artificial com a teoria piagetiana, Seymour Papert propôs inicialmente uma metodologia, ou "filosofia", e uma linguagem de programação Logo, que constituíram a abordagem construcionista. Posteriormente, com o advento de novas ferramentas de informática, suas ideias foram aplicadas a outros ambientes computacionais além do Logo, tais como redes de comunicação a distância (Internet e similares), programas aplicativos (processadores de texto, planilhas eletrônicas, gerenciadores de banco de dados, etc), jogos, simuladores e outros.

O uso de computadores segundo os princípios construcionistas foi proposto por Papert (1985, 1994) com base nas ideias de diferentes pensadores contemporâneos - ideias que não se contrapõem, mas se inter-relacionam, em um diálogo que as incorpora a um processo de descrição-execução-reflexão-depuração. Dewey, Freire, Piaget e Vigotsky são os principais inspiradores do pensamento de Papert (1994).

### **Dewey: o método por descoberta**

Dewey formulou uma filosofia educacional empírica que propôs a aplicação do método científico em situações de aprendizagem que se caracterizam por um "*continuum*"

*experencial*. Considerou a aquisição do saber como fruto da reconstrução da atividade humana a partir de um processo de reflexão sobre a experiência, continuamente repensada ou reconstruída. Toda experiência em desenvolvimento faz uso de experiências passadas e influi nas experiências futuras (Dewey, 1979: 17, 26). O uso do método empírico foi proposto como uma dinâmica que envolve as seguintes etapas:

- *ação*. a experiência sobre um objeto físico;
- *testagem*: a reflexão que permite encontrar outros elementos ou objetos, fornecendo um meio para testar as hipóteses inicialmente levantadas;
- *depuração*-, a comparação dos resultados obtidos com os resultados esperados, retornando à experiência de modo a depurar as ideias, corrigindo os possíveis erros ou confirmando as observações iniciais;
- *generalização*, a observação de novas experiências com o objetivo de transferir os resultados a outras situações.

O princípio da continuidade foi colocado por Dewey no sentido de que toda nova experiência é construída a partir das experiências anteriores do indivíduo, que, por sua vez, constrói o novo conhecimento estabelecendo conexões com conhecimentos adquiridos no passado. Não há crescimento sem construção. Mas, para que a educação conduza ao crescimento, é necessário que as experiências tenham significado educativo e motivem os alunos para o prazer de aprender. Nesse sentido, cabe ao professor compreender o processo de aprendizagem dos alunos e respeitar a direção das suas experiências. A educação deve se desenvolver segundo os princípios da continuidade e da interação, que estão em contínua conexão entre si.

Para Dewey, toda experiência humana é social e decorre de interações, em que estão envolvidas condições

externas, ou objetivas, e condições internas. A interação é decorrente do equilíbrio entre esses dois fatores. O professor precisa identificar situações que conduzam ao desenvolvimento, ou seja, reconhecer as situações em que as interações ocorrem. Isso significa que "o meio ou o ambiente é formado pelas condições, quaisquer que sejam, em interação com as necessidades, desejos, propósitos e aptidões pessoais de criar a experiência em curso" (Dewey, 1979: 37).

Dewey considerou o meio social e a educação como fatores de progresso, embora não tenha enfatizado a perspectiva histórica de desenvolvimento do indivíduo. Contudo, acentuou que as ações dos indivíduos são controladas pela situação global em que eles se encontram envolvidos e na qual participam e atuam cooperativamente dentro de sua comunidade. A escola constitui uma comunidade quando os indivíduos que dela participam têm a oportunidade de contribuir com o trabalho, sentindo-se responsáveis pela execução das atividades compartilhadas.

A máquina é vista como um instrumento produzido pelo homem para regular interações e garantir eficientemente determinadas consequências; e é aperfeiçoada à medida que é utilizada. Nessa definição, Dewey refere-se às modificações que o homem produz nas máquinas por ele projetadas, mas não se reporta às relações dialéticas que se estabelecem entre o homem e os instrumentos produzidos por ele à medida que se apropria deles, o que provoca modificações não apenas nos instrumentos, mas também em si mesmo.

O fim último da educação é o "autodomínio", ou seja, a "formação da capacidade de domínio de si mesmo", o que não significa desgoverno. Dewey propõe substituir o controle ou domínio externo pela liberdade de movimento, de ação e de julgamento, como um meio de

reflexão sobre a realização dos próprios impulsos e atos à luz de suas consequências. Liberdade é autodomínio (Dewey, 1979: 64).

Papert retoma de Dewey a importância dada à experiência significativa para a criação de um ambiente de aprendizagem e descoberta, no qual alunos e educadores se engajem num trabalho de investigação científica, em que ocorrem o processo cíclico ação-testagem-de-puração-generalização, o autodomínio na representação e o estabelecimento de conexões entre os conhecimentos que o aluno possui - o *velho* - para a construção de um *novo* conhecimento.

A etapa de aplicação do método empírico denominada por Dewey de testagem evolui e assume em Papert a função de *feedback*, que permite ao aluno, em qualquer etapa de uma atividade, obter uma noção de seu processo de desenvolvimento e não uma sentença definitiva e final de avaliação para uma resposta certa ou errada.

Ao considerar como critério fundamental que os conhecimentos trabalhados no computador sejam "apropriáveis", segundo os princípios da continuidade, do poder e da ressonância cultural, Papert assume o pensamento de Dewey. O conhecimento em elaboração deve ter uma relação de continuidade com os conhecimentos que o aluno detém, que são acionados na construção de projetos de interesse do aluno - projetos significativos em seu contexto social.

Assim, o professor precisa conhecer os interesses, as necessidades, as capacidades e as experiências anteriores dos alunos para propor planos cuja concepção resulte de um trabalho cooperativo realizado por todos os envolvidos no processo de aprendizagem. O desenvolvimento resulta de uma ação em parceria, em que alunos e professores aprendem juntos.

"A melhor aprendizagem ocorre quando o aprendiz assume o comando" de seu próprio desenvolvimento em atividades que sejam significativas e lhe despertem o prazer (Papert, 1994: 29), o que torna o ato de aprender um ato de "alegria e contentamento, no qual o cognitivo e o afetivo estão unidos dialeticamente" (Freire, 1995).

Para Dewey, a participação da comunidade na escola deve dar-se no sentido da colaboração e da cooperação para executar ações e não pressupõe a co-responsabilidade e a co-gestão, defendidas por Paulo Freire.

### **Paulo Freire: a educação progressista e emancipadora**

Para Freire, a pedagogia deve deixar espaço para o aluno construir seu próprio conhecimento, sem se preocupar em repassar conceitos prontos, o que frequentemente ocorre na prática tradicional, que faz do aluno um ser passivo, em quem se "depositam" os conhecimentos para criar um banco de respostas em sua mente.

O homem desenvolve relações entre ação e reflexão por meio da experiência concreta. "Não pode haver reflexão e ação fora da relação homem-realidade" - relação que se cria quando o homem compreende sua realidade e a transforma. Por sua vez, ao transformar sua realidade, o homem se modifica, modificando sua ação e sua reflexão em um processo dialético. Portanto, educação é uma busca constante do homem, que deve ser o sujeito de sua própria educação. O homem "não pode ser o objeto dela. Por isso, ninguém educa ninguém" (Freire, 1979: 17, 28).

Freire defende a educação progressista e emancipadora no sentido histórico e libertário, em que a prática educativa é o "elemento fundamental no processo

de resgate da liberdade" (Freire, 1995: 91). A educação deve priorizar o diálogo entre o conhecimento que o educando - sujeito histórico de seu próprio processo de aprendizagem - traz e a construção de um saber científico. A visão de mundo do aluno é incorporada ao processo, que está sempre associado a uma leitura crítica da realidade e ao estabelecimento da relação de unidade entre teoria e prática.

A partir da dimensão do senso comum é que se alcança um novo patamar de conhecimento de natureza científica que continue a ser significativo para o aluno. Nessa relação dinâmica "não é possível negar a prática em nome de uma teoria que, assim, deixa de ser teoria para ser verbalismo ou intelectualismo; ou negar a teoria em nome de uma prática que, assim, se arrisca a perder-se em torno de si mesma. Nem elitismo teorico-ta nem basismo praticista, mas a unidade ou a relação teoria e prática" (Freire, 1995: 29).

A educação não se reduz à técnica, "mas não se faz educação sem ela". Utilizar computadores na educação, "em lugar de reduzir, pode expandir a capacidade crítica e criativa de nossos meninos e meninas. Depende de quem o usa, a favor de quem e de quem e para quê". O homem concreto deve se instrumentar com os recursos da ciência e da tecnologia para melhor lutar "pela causa de sua humanização e de sua libertação" (Freire, 1995: 98; 1979: 22).

Papert retoma de Freire a crítica à "educação bancária" e assume para a alfabetização a dimensão de "ler a palavra" e "ler o mundo", no sentido de permitir ao aluno tornar-se sujeito de seu próprio processo de aprendizagem, por meio da experiência direta. O aluno deixa de ser o consumidor de informações quando atua como criador de conhecimento e desenvolve criticamente sua alfabetização, com o uso de ferramentas informáticas, segundo

seu próprio estilo de aprendizagem. "A verdadeira alfabetização computacional não é apenas saber como usar o computador e as ideias computacionais. É saber quando é apropriado fazê-lo" (Papert, 1985: 187).

Contudo, Papert acentua que "quase todas as experiências que pretendiam implementar uma educação progressista foram decepcionantes apenas porque não foram suficientemente longe em tornar o estudante o sujeito do processo, ao invés de o objeto", devido à inexistência de uma *ferramenta* apropriada para a criação e implementação de novos métodos. Assim, mesmo quando se obtinha algum sucesso, este não podia ser generalizado. A ferramenta computacional pode ser o instrumento que permita romper com a abordagem instrucionista que caracteriza a educação tradicional em prol de uma educação progressista (Papert, 1994: 20).

Papert se distancia de Freire no grau de relevância que cada um atribui à escola tal como ela está hoje. Para Papert, as mudanças educacionais estão ocorrendo, embora a escola como instituição não as tenha assumido. Os professores progressistas procuram empregar o computador como um instrumento de transformação, mas a escola criou um currículo para o computador e, assim, acrescentou mais uma disciplina para reforçar a prática tradicional. Contudo, ele admite que essa crítica não coopera nem orienta as possíveis mudanças educacionais que poderiam ocorrer. A transformação da escola torna-se possível quando se procura entender o movimento que ocorre em seu interior, quando se busca compreendê-la como um organismo em desenvolvimento.

Entre as ideias de Papert e de Freire existem alguns pontos de discordância nos aspectos referentes à função do ensino e às reais possibilidades de mudarmos a escola. Em um encontro ocorrido na Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (PUC-SP), em novembro

de 1995, ambos analisaram tais pontos e deixaram importantes contribuições, que constam no vídeo *O futuro da escola*, TV PUC, São Paulo, 1995. Na ocasião, Freire defendeu a pedagogia da curiosidade e da pergunta. Papert concordou, mas acentuou que a escola e os recursos tecnológicos estão sendo utilizados pelas estruturas sociais para o conservadorismo e as políticas opressoras. E é, segundo ele, ridícula a ideia de que "a tecnologia pode ser usada para melhorar a escola. Isso (a tecnologia) irá substituir a escola que conhecemos", havendo um desequilíbrio entre o aprendizado e o ensino, este último muito mais valorizado que o aprendizado.

Freire concorda com a evidência da denúncia de Papert, mas enfatiza a dimensão histórica do homem nas mudanças do mundo. Embora constate que "a escola está péssima", não concorda com a ideia de que a escola "esteja desaparecendo ou vá desaparecer". E apela para que "modifiquemos a escola", isto é, não se trata de acabar com a escola, mas de mudá-la completamente. "Eu continuo lutando no sentido de pôr a escola à altura do seu tempo e isto não é soterrá-la nem sepultá-la, mas é refazê-la (...). A escola não é em si mesma errada, ela está errada."

Papert, com o pragmatismo característico das pessoas que convivem no contexto norte-americano, não acha que tenhamos força para mudar a escola, cujos erros se referem aos seus fundamentos. E se isso for mudado, estaremos muito próximos de não ter mais escola. Mas considera inconcebível que a escola, da maneira que foi idealizada, continue a existir. As pessoas estão aprendendo a procurar o saber ao usar o computador e as redes e não ficarão passivamente ouvindo "o professor oferecer-lhes o saber já adquirido por elas". Contudo, Papert cita modelos singulares de distritos escolares que "aceitaram a semente de mu-

dança" e estão obtendo bons resultados - o que mostra ser possível mudar a escola, embora o sistema educacional tenha seus próprios interesses e não esteja aberto ao diálogo. Logo, é preciso desenvolver uma ação política para a transformação da escola.

Para Freire, não importa preservar ou não a denominação escola; o importante é ter "um determinado espaço e tempo, onde determinadas tarefas se cumprem, tarefas históricas, políticas", etc. As duas tarefas principais da escola são "proporcionar o conhecimento do conhecimento já existente e produzir o conhecimento ainda não existente".

De tudo o que foi discutido no vídeo fica muito claro que as ideias e os objetivos de ambos são em grande parte similares, embora Freire tenha uma perspectiva voltada para a linha histórico-política e considere Papert mais metafísico. Fernando Almeida (1988: 88) declarou que Papert "aponta na direção da desescolarização ou do enfraquecimento da proposta organizacional escolar" e que seu projeto pouco acrescenta às políticas de transformações sociais.

A principal discordância entre Freire e Papert, embora não explicitamente assumida, é a ênfase que Freire continua a dar às dimensões espacial e temporal da escola. Quando se tem acesso a redes de computadores interconectados a distância, a aprendizagem ocorre frequentemente no espaço virtual, que precisa ser inserido nas práticas pedagógicas. Obviamente não se trata de propor o fim do espaço escolar, uma vez que o contato entre as pessoas continua sendo primordial, e a escola é um espaço privilegiado de interação social. Mas deve interligar-se e integrar-se aos demais espaços de conhecimento hoje existentes e inserir em seu bojo os recursos computacionais e a comunicação através de redes. Dessa forma, interligam-se alunos,

professores e pesquisadores, e todos ajudam a criar pontes entre conhecimentos, valores, crenças, etc. - o que poderá constituir um novo elemento de cooperação e transformação social.

É necessário construir outra configuração educacional que integre os novos espaços de conhecimento em uma proposta de renovação da escola. Nessa nova configuração o conhecimento não pode estar centralizado no professor nem no espaço físico e no tempo escolar, mas deve ser visto como um processo em permanente transição, progressivamente construído, conforme o enfoque da teoria piagetiana.

### Jean Piaget: a epistemologia genética

Para Piaget, o conhecimento não é transmitido. Ele é construído progressivamente por meio de ações e coordenações de ações, que são interiorizadas e se transformam. "A inteligência surge de um processo evolutivo no qual muitos fatores devem ter tempo para encontrar seu equilíbrio" (Piaget, 1972: 14).

A partir de suas próprias ações, o sujeito, como ser ativo, constrói suas estruturas em interação com o seu meio, pois "... o conhecimento não procede, em suas origens, nem de um sujeito consciente de si mesmo nem de objetos já constituídos (do ponto de vista do sujeito) que a ele se imporiam. O conhecimento resultaria de interações que se produzem a meio caminho entre os dois, dependendo, portanto, dos dois ao mesmo tempo, mas em decorrência de uma indiferenciação completa e não de intercâmbio entre formas distintas" (Piaget, 1972: 14).

Segundo Piaget, a inteligência é um instrumento de adaptação do sujeito ao meio. As relações epistemológicas que se estabelecem entre o sujeito e o meio implicam um

processo de construção e reconstrução permanente que resulta na formação de estruturas do pensamento. Tais estruturas se formam, se conservam ou se alteram através de transformações geradas a partir das ações interiorizadas. Assim, as aquisições de estruturas são permanentes e cada vez mais complexas.

Piaget avança em relação ao conceito de experiência ao considerar fundamental que "a experiência não é recepção, mas ação e construção progressivas. (...) A objetividade da experiência é uma conquista da assimilação e da acomodação combinadas, isto é, da atividade intelectual do sujeito" (Becker, 1993: 13, 14).

Assimilação e acomodação são os mecanismos básicos necessários à construção do conhecimento resultante de um processo de adaptação que se constitui na interação entre sujeito e objeto. Assimilação é a ação do sujeito sobre o objeto, isto é, o sujeito atua sobre o objeto e o transforma pela incorporação de elementos do objeto às suas estruturas, existentes ou em formação. Acomodação é a ação do sujeito sobre si próprio, ou seja, é a transformação que os elementos assimilados podem provocar em um esquema ou em uma estrutura do sujeito. A adaptação é um equilíbrio entre a assimilação e a acomodação. Uma não pode ocorrer sem a presença da outra.

A condição para o conhecimento é a generalização que ocorre pela ação do sujeito em uma determinada situação histórica. Um conjunto de ações de mesmo tipo possibilita a aplicação de esquemas que levam à generalização. Portanto, o "esquema é aquilo que é generalizável numa determinada ação" (Becker, 1993: 18).

O sujeito inserido em certo contexto histórico, político e social realiza reflexões sobre sua ação, ou seja, o sujeito apropria-se de sua ação, analisa-a, retira elementos de seu interesse e a reconstrói em outro patamar. A ação

material do sujeito e suas possíveis evocações propiciam *abstrações empíricas*, enquanto as *abstrações reflexivas* resultam das coordenações das ações do sujeito.

Para Piaget "a ação constitui um conhecimento (um *savoir faire*) autônomo", cuja tomada de consciência parte de seu resultado exterior e atinge as coordenações internas das ações, que conduzem à conceituação (1978: 172). Assim, a experiência que propicia a construção de conhecimento não se caracteriza simplesmente por um *fazer* ou mesmo por um *saber fazer*, mas sim por uma *reflexão sobre o saber fazer*. A isso Piaget chamou *abstração reflexionante* (Becker, 1993).

O desenvolvimento das estruturas da inteligência é analisado por Piaget por períodos denominados estágios ou estádios:

- **estágio sensório-motor** - caracterizado pela centralização no próprio corpo, objetivação e inteligência prática; esse estágio tem duas tarefas essenciais: a aquisição da capacidade simbólica, incluindo a linguagem, e a aquisição do objeto permanente;
- **estágio operacional** — corresponde ao período da inteligência representativa e das operações concretas de números, classes e relações;
- **estágio formal** — ou das operações representativas, constituído pela utilização da lógica formal e do raciocínio hipotético-dedutivo.

Piaget considerou que os estágios se desenvolvem em ordem sequencial, num processo contínuo de construção progressiva do pensamento lógico. Entretanto, dependendo de situações específicas, como influências culturais, sociais, educacionais, ou mesmo experimentações, pode ocorrer aceleração ou atraso no desenvolvimento dos estágios, mas nunca alterações em

sua sequência. As situações somente poderão influenciar no desenvolvimento do indivíduo se ele já construiu estruturas que lhe permitam assimilar essas situações, apropriar-se delas e empregá-las na construção de novos conhecimentos.

"A aprendizagem do aluno só acontece na medida em que este age sobre os conteúdos específicos e age na medida em que possui estruturas próprias, previamente construídas ou em construção." Portanto, "a construção do conhecimento envolve conteúdos específicos e conteúdos estruturais" (Becker, 1993: 122). Se as estruturas lógicas do pensamento são adquiridas pela própria ação do sujeito sobre o meio, cabe à pedagogia propiciar condições para a construção progressiva dessas estruturas, por meio de métodos ativos que envolvam a experimentação, a reflexão e a descoberta. Piaget é muito explícito nesse sentido, ao enfatizar que "compreender é inventar, ou reconstruir por reinvenção" (Dolle, 1987: 197).

Entretanto, é preciso considerar a distinção entre o fazer e o compreender para que a prática pedagógica tenha uma perspectiva reflexiva, não se restringindo ao *fazer*. "Fazer é compreender em ação uma dada situação em grau suficiente para atingir os fins propostos, e compreender é conseguir dominar, em pensamento, as mesmas situações até poder resolver os problemas por elas levantados, em relação ao porquê e ao como das ligações constatadas..." (Piaget, 1978: 176). Portanto, fazer é uma condição necessária, mas não suficiente para a compreensão. Esta consiste em atingir um saber que antecede a ação e que pode ocorrer mesmo na sua ausência - o que não significa apenas acrescentar novos dados ou informações, mas sim reelaborá-los, reconstruí-los a partir da ação do sujeito. A teoria piagetiana estabelece uma continuidade entre o desenvolvimento e a

aprendizagem sob a ótica do sujeito, que, em interação com um objeto de conhecimento, desenvolve "um processo de reinvenção ou redescoberta devido à sua atividade estruturadora" (Castorina, 1996: 22).

#### **PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DE PIAGET ÀS IDEIAS DE PAPERT**

Durante meio século, Piaget e seus colaboradores elaboraram uma epistemologia de incontestável valor para a compreensão do desenvolvimento humano, para a compreensão das práticas pedagógicas e de sua evolução. Papert, após trabalhar durante cinco anos no Centro de Epistemologia Genética de Piaget, transfere-se para o MIT (Massachusetts Institute of Technology) e inicia um trabalho junto a pesquisadores de computação e inteligência artificial. Ali desenvolve a proposta construcionista e a linguagem de programação Logo, voltada para uso em educação.

A proposta de Papert atribui ao computador um papel que se contrapõe à abordagem instrucionista do CAI. Para Papert, a atividade de programação permite observar e descrever as ações do aluno enquanto ele resolve problemas que envolvem abstrações, aplicação de estratégias, estruturas e conceitos já construídos, ou a criação de novas estratégias, estruturas e conceitos. Assim, possibilita "transformar ações em conhecimentos (...) desvelando os caminhos possíveis que ele (aluno) pode adotar para resolver um problema, ao mesmo tempo que proporciona aos que o observam elementos para melhor compreender o processo cognitivo e/ou incitá-lo" (Mantoan, 1995: 543).

Papert aponta a ênfase dada ao aspecto cognitivo pela teoria piagetiana e vai além dela, ao afirmar que "a

compreensão da aprendizagem deve referir-se à gênese do conhecimento" e constituir "um ensaio numa epistemologia genética aplicada, que se amplia para além da ênfase cognitiva de Piaget, com o intuito de incluir a preocupação com o afetivo" (Papert, 1985: 13), a partir dos mecanismos de apropriação dos objetos de conhecimento, no contexto das práticas pedagógicas em ambiente computacional.

Outros autores, como Dolle (1987), Becker (1993) e Petry & Fagundes (1992) visualizam a afetividade como um forte componente dos estudos piagetianos. Mas, seja qual for o grau atribuído por Piaget ao aspecto afetivo, este não pode ser ignorado no processo de aprendizagem e torna-se fortemente explícito na relação com o computador.

No prefácio da edição brasileira do livro de Papert (1985: 9) intitulado *Logo: computadores e educação*, Valente afirma que, para Papert, o computador é a ferramenta que propicia ao usuário "formalizar seus conhecimentos intuitivos", identificar seu estilo de pensamento, conhecer o próprio potencial intelectual e empregá-lo no "desenvolvimento de habilidades e aquisição de novos conhecimentos".

Baseado em Piaget, Papert considera as crianças como "construtores ativos de suas próprias estruturas intelectuais". No entanto, "ao levar em conta os instrumentos que os indivíduos empregam em suas construções - que são fornecidos pela cultura da qual o sujeito faz parte - ele discorda de Piaget ao atribuir maior importância ao meio cultural como fonte desses instrumentos". A ênfase de Papert não se encontra na hierarquia de desenvolvimento dos estágios, mas sim nos materiais disponíveis para a construção de suas estruturas, pois o computador - instrumento cultural produzido pelo homem - permite "mudar os limites entre o

concreto e o formal". O computador possibilita manipular concretamente conhecimentos que só eram acessíveis por meio de formalizações, ou seja, quando o sujeito já havia atingido o estágio formal de desenvolvimento (Papert, 1985: 33, 20, 37).

Papert considera que o segundo estágio piagetiano está deixando de ser obrigatório e essa é a grande ruptura proporcionada pelo uso dos recursos computacionais. No período da inteligência representativa e das construções concretas, o pensamento ainda não trabalha com operações formais e está relacionado às situações específicas, que não são necessariamente situações imediatas. A diferença significativa entre o segundo e o terceiro estágios é que as formalizações separadas de seu conteúdo são muito abstratas, mas o computador permite aproximá-las e manipulá-las, facilitando sua compreensão.

Muitos professores se esforçam para priorizar o conhecimento formal e tentam impor aos alunos estilos abstratos de pensamento, por acreditar que o terceiro estágio constitui o "verdadeiro estofa" do pensamento. Contudo, o pensamento concreto nos acompanha continuamente e os computadores podem provocar uma "inversão epistemológica para formas mais concretas de conhecer - uma inversão da ideia tradicional de que o progresso intelectual consiste em passar do concreto para o abstrato" (Papert, 1994: 123). Com tudo isso, Papert quer dizer que "precisamos de uma metodologia que nos permitirá permanecer perto de situações concretas" (Papert, 1994: 133), uma vez que o pensamento abstrato não deve ser usado indiscriminadamente, nem o pensamento concreto é um indício de pensamento elementar. Deve haver um equilíbrio entre concreto e abstrato, e ambos são ferramentas para intensificar o pensamento.

A contribuição fundamental de Piaget às ideias de Papert relaciona-se à teoria do conhecimento da aprendizagem e à sua inserção no ambiente informatizado, que favorece a integração entre o conteúdo que está sendo aprendido e a estrutura desse conteúdo. Papert procura entender como a criança aprende ao enfatizar a estrutura do que está sendo aprendido. Ele busca encontrar meios para promover a aprendizagem segundo um enfoque mais *intervencionista*, a ser empregado em ambientes computacionais adequados às estruturas dos alunos, e que propicie a eles estabelecer conexões entre as estruturas existentes, com o objetivo de construir estruturas novas e mais complexas.

No ambiente de aprendizagem informatizado, é essencial incentivar a compreensão através da reflexão e da depuração. Nas atividades de programação a reflexão propicia a assimilação de conceitos ou de estruturas através da resolução de problemas ou da implementação de projetos. A depuração implica a aplicação de conceitos ou de estruturas que podem ser revistos, explicitados ou mesmo reelaborados para outro nível de compreensão; ou seja, a depuração promove a acomodação.

O fazer e o compreender estão vinculados aos problemas com que o sujeito se depara em sua realidade (física ou social), mas a teoria piagetiana, embora considere as condições sociais, não as enfatiza. Porém, a inter-nalização cultural estudada por Vigotsky, bem como seu constructo da "zona proximal de desenvolvimento (ZPD)", podem ser articulados com estudos piagetianos, integrando aspectos cognitivos e sócio-históricos. Essa articulação é possibilitada pela "relação de compatibilidade entre as teorias", que "abre um espaço de intercâmbio" entre elas, no qual se percebe uma relação dialética que aproxima as indagações metodológicas de Piaget e de Vigotsky (Castorina, 1996: 43).

## Vigotsky: a zona proximal de desenvolvimento

A teoria de Vigotsky tem como perspectiva o homem como sujeito total enquanto mente e corpo, organismo biológico e social, integrado em um processo histórico. A partir de pressupostos da epistemologia genética, sua concepção de desenvolvimento é concebida em função das interações sociais e respectivas relações com os processos mentais superiores, que envolvem mecanismos de mediação. As relações homem-mundo não ocorrem diretamente; são mediadas por instrumentos ou signos fornecidos pela cultura.

O conceito de mediação decorre da ideia de que o homem tem a capacidade de operar mentalmente sobre o mundo, isto é, de representar os objetos e fatos reais através de seu sistema de representação simbólica, o que lhe dá a possibilidade de operar mentalmente tanto com objetos ausentes como com processos de pensamento imaginários.

Vigotsky (1989: 44) afirma que a linguagem e o desenvolvimento Sociocultural determinam o desenvolvimento do pensamento. Assim, o sistema simbólico fundamental na mediação sujeito-objeto é a linguagem humana, instrumento de mediação verbal do qual a palavra é a unidade básica.

A fala humana, além de ser um instrumento de comunicação verbal e de contato social, ainda funciona de forma completamente integrada ao pensamento: organiza os elementos do mundo, nomeia-os e classifica-os em categorias conceituais, de acordo com os símbolos de determinada linguagem. Portanto, a palavra, como categoria cultural, é parte integrante do desenvolvimento, funciona como intercâmbio social e como pensamento generalizante, ao caracterizar uma classe de objetos do mundo.

Lúria salienta a importância do desenvolvimento sócio-histórico ao citar que "a linguagem carrega consigo os conceitos generalizados, que são a fonte de conhecimento humano". Os instrumentos culturais - a fala, a escrita, os computadores, etc. - expandem os poderes da mente, "tornando a sabedoria do passado analisável no presente e passível de aperfeiçoamento no futuro" (Vigotsky e outros, 1988: 26).

Fundamentado em Engels e Marx, Vigotsky analisa as características do homem ao longo do processo de evolução da espécie humana, através da formação da sociedade com base no trabalho, na qual se desenvolvem as atividades coletivas, a invenção e a utilização de instrumentos. "A transmissão racional e intencional da experiência e do pensamento a outros requer um sistema mediador, cujo protótipo é a fala humana, oriunda da necessidade de intercâmbio durante o trabalho" (Vigotsky, 1989: 5).

Para compreender o indivíduo, é necessário compreender as relações sociais que se estabelecem no ambiente em que ele vive. Isso significa compreender as relações entre atividade prática e trabalho, no sentido de que a atividade prática é transformadora e institucionalizada, envolve dialeticamente o trabalho manual e os processos comunicativos. Atividade prática não se restringe à ação sobre os objetos, mas sobretudo ao posicionamento do homem em relação ao mundo historicamente organizado.

Sujeito e objeto são criados em contínua interação, que se realiza na atividade prática. O sujeito que atua no mundo é um ser social, histórico e cultural, que incorpora normas e sistemas simbólicos culturalmente construídos, transforma-os e transforma-se numa relação dialética, em que a atividade envolve desde o que inicialmente ocorre como atividade externa, através dos

instrumentos mediadores, até a "sua transformação por uma atividade mental" (Castorina, 1996: 30). Assim, a análise do processo de desenvolvimento não deve concentrar-se em seus resultados ou produtos, mas sim em todo o processo; deve acompanhar suas fases, buscar sua natureza, sua essência e suas causas dinâmicas.

A mais genérica afirmação de Vigotsky sobre a origem social das funções mentais superiores foi enunciada pela Lei Genética Geral do Desenvolvimento Cultural: "Quaisquer funções no desenvolvimento cultural de crianças aparecem duas vezes, ou em dois planos. Primeiro ela aparece no plano social, e depois no plano psicológico. Primeiro ela aparece entre pessoas como uma categoria interpsicológica, e depois no interior da criança como categoria intrapsicológica" (Wertsch, 1985: 26). Assim, o indivíduo internaliza as informações culturalmente estruturadas por um processo de transformação, de síntese, e não por absorção passiva.

Piaget e Vigotsky tratam a questão da internalização de forma diferente. Piaget considerou a interação com a realidade física como a internalização de esquemas que representam as regularidades das ações físicas individuais generalizadas, abstraídas e internalizadas. Essa visão de internalização relaciona-se diretamente com a linha de desenvolvimento natural vigotskyana.

Vigotsky refere-se à internalização como a transformação do fenômeno social e cultural em processo in-trapsicológico. Quaisquer avanços no plano interpsico-lógico provocam desenvolvimentos adicionais no plano intrapsicológico, o que não significa a "transmissão" de um plano para outro, mas sim uma "transformação" (Castorina, 1996).

Para Vigotsky, o indivíduo interioriza formas de funcionamento psicológico apreendidas através da cultura, mas ao assumi-las torna-as suas: reelabora-as ou as recria, e as

incorpora às suas estruturas. O indivíduo constrói seus próprios significados e emprega-os como instrumentos de seu pensamento individual para atuar no mundo.

Vigotsky considerou que a criança só pode operar dentro de certos limites situados entre o seu desenvolvimento (já atingido) e suas possibilidades intelectuais. E relacionou a aprendizagem com o desenvolvimento em um constructo denominado *zona proximal de desenvolvimento* (ZPD) - "a distância entre o nível de desenvolvimento atual, como determinado pela independência na resolução de problemas" por crianças e o nível superior de "desenvolvimento potencial, como determinado através da resolução de problemas com ajuda de adultos ou em colaboração com outras crianças mais capazes" (Wertsch, 1985: 68).

Através da identificação da ZPD do aluno, pode-se diagnosticar o que ele já produziu, mas principalmente o que poderá produzir em seu processo de desenvolvimento. "O que a criança é capaz de fazer hoje em cooperação, será capaz de fazer sozinha amanhã. Portanto, o único tipo positivo de aprendizado é aquele que caminha à frente do desenvolvimento, servindo-lhe de guia. (...) O aprendizado deve ser orientado para o futuro, e não para o passado" (Vigotsky, 1989: 89).

A teoria de Vigotsky enfatiza que a aprendizagem se encontra envolvida no desenvolvimento histórico-social do sujeito e que esse desenvolvimento não ocorre sem a presença da aprendizagem - que é a fonte do desenvolvimento. Assim, os processos de desenvolvimento e de aprendizagem não são coincidentes; o desenvolvimento segue a aprendizagem e esta origina o surgimento da ZPD. A aprendizagem origina-se na ação do aluno sobre os conteúdos específicos e sobre as estruturas previamente construídas que caracterizam seu nível real de desenvolvimento no momento da ação. A intervenção é

realizada no sentido de orientar o desenvolvimento do aluno para que ele possa apropriar-se dos instrumentos de mediação cultural (Castorina, 1996).

Há divergências entre Piaget e Vigotsky, mas para melhor compreender o processo pedagógico precisamos conhecer e articular tanto o sujeito epistêmico piagetiano como o ser social estudado por Vigotsky - cujo desenvolvimento se produz pela internalização, que possibilita a apropriação dos instrumentos de mediação fornecidos pela cultura.

A perspectiva de Vigotsky que Papert retoma refere-se ao papel da palavra na aprendizagem. A palavra é um elemento fundamental nas inter-relações (aluno-aluno, alu-no-professor, aluno-computador) que se estabelecem em um ambiente de aprendizagem informatizado. Esse ambiente favorece o desenvolvimento de processos mentais superiores quando empregado segundo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração. Uma vez que as ideias representadas no computador expressam o mundo tal como o sujeito o percebe, ele propicia a comunicação desse mundo às outras pessoas, que, por sua vez, se envolvem na construção compartilhada de conhecimentos sobre esse mundo percebido. Isso provoca o pensamento reflexivo e a depuração das ideias do sujeito.

Quando o professor trabalha com temas emergentes no contexto dos alunos, as atividades se dão inicialmente no plano interpsicológico e formam um campo de percepção que é explorado com o auxílio do computador. O objetivo é levar os alunos a operar com aspectos da situação para melhor compreendê-la, para interligar as informações com conhecimentos que já possui, para apreender os conceitos e as representações envolvidas no processo. A internalização é um processo individual que ocorre quando o aluno constrói seu próprio significado sobre o tema, transformando-se e trans-

formando seu contexto numa relação dialética entre o interpsicológico e o intrapsicológico.

O foco central dos estudos de Papert não é a máquina, e sim a mente. O computador é um "portador de germes" ou "sementes culturais" que promove movimentos sociais, culturais e intelectuais (Papert, 1985: 23). Portanto, o aporte de recursos culturais, entre os quais o computador, não elimina nem substitui a atividade construtiva.

Para promover a aprendizagem em ambientes computacionais segundo o enfoque construcionista de Papert, além de trabalhar com conhecimentos significativos, o educador deve identificar a ZPD de cada aluno. Assim, poderá atuar de forma adequada às estruturas que o aluno demonstra possuir e propiciar o estabelecimento de conexões entre essas estruturas, para a construção de estruturas novas e mais complexas. Para tanto, é fundamental que o professor se esforce por reconhecer os temas de interesse dos alunos, bem como por perceber quando e como intervir, embora não exista nenhuma regra para isso. A adequada atuação do professor é sobretudo uma ação pessoal, intuitiva e subjetiva.

### Uma rede de teorias

Uma abordagem que emprega os instrumentos culturais como elementos de transformação social provoca frontalmente uma ruptura epistemológica com o ensino tradicional.

Ao incorporar as ideias aqui especificadas, Papert considera as iniciativas, expectativas, necessidades, ritmos de aprendizagem e interesses individuais dos alunos; valoriza ainda a iniciativa do professor e suas intervenções em atividades que não são meras sequências de conteúdos sistematizados nem tampouco simples experimentações espontâneas. Dessa forma, cria-se uma rede de inter-relações de conceitos, estratégias e pessoas, o

que demanda um trabalho cooperativo e uma mudança nas relações professor-aluno e aluno-aluno. Isso conduz a um pensar interdisciplinar, dialógico, que poderá provocar uma mudança de paradigma educacional.

"Nessa abordagem, o aluno é incitado a estabelecer conexões entre o novo conhecimento em construção e outros conceitos de seu domínio, empregando para tal a sua intuição. Isso significa que não é o professor quem traz exemplos de seu universo de significações para que os alunos estabeleçam suas conexões a partir deles. O aluno emprega seus próprios conhecimentos, sua forma de ver o mundo, e vai estabelecendo conexões e construindo novos relacionamentos entre os conhecimentos anteriormente adquiridos, ou mesmo construindo novos conhecimentos de maneira intuitiva e natural, sem o formalismo tradicional adotado nos sistemas de ensino" (Almeida, 1995: 16).

Contudo, existem educadores e pensadores sobre educação que reconhecem a importância da apropriação de instrumentos culturais para provocar transformações na escola e na sociedade, mas não concordam que o computador possa ser um instrumento provocador de mudanças. Para eles, o computador é um recurso per-petuidor do ensino baseado na instrução e no controle, não é adequado ao equacionamento de problemas sociais emergentes e ao desenvolvimento da autonomia e da autocrítica. Saviani destaca-se entre os críticos do computador na educação, apesar de afirmar a importância "de se apropriar dos instrumentos teóricos e práticos necessários ao equacionamento dos problemas detectados na prática social" (1995: 81).

A ideia de rede como representação do conhecimento traz uma contribuição significativa para a compreensão das teorias articuladas neste trabalho e para outras interconexões que se estabelecerão adiante. Em uma

rede "as relações entretecem-se, articulam-se em teias, em redes, construídas social e individualmente, e em permanente estado de atualização". A rede é constituída por nós e ligações. Os nós podem representar objetos, lugares, pessoas, eventos, etc. As ligações são as relações entre os nós. Os nós e as ligações entre as teorias criam relações de reciprocidade, de dualidade, de não-linearidade, de múltiplas articulações, de abertura a mudanças (Machado, 1995: 138).

O critério fundamental de que os conhecimentos trabalhados no computador sejam *apropriáveis* pode romper barreiras ao fazer com que a aprendizagem tenha sentido para o aluno que desenvolve seus programas ou acessa a rede segundo seus interesses e necessidades e insere ali novos nós ou ligações. Para o aluno, o conhecimento necessário é aquele que o "ajudará a obter mais conhecimento". A isso Papert denomina *matética* - a "arte de aprender" no sentido de desenvolver o conhecimento sobre aprendizagem (Papert, 1994: 79, 125).

Nesse ambiente, as atividades se desenvolvem em torno de projetos, não se atêm a conteúdos previamente estabelecidos ou a determinados temas. Os alunos são incitados a expressar suas próprias ideias em projetos, a explicitar a solução adotada segundo seu estilo de pensamento, a testar e a depurar seu trabalho e a empregar pensamentos intuitivos ou racionais, num movimento natural entre os pólos objetivo e subjetivo do pensamento.

Alunos e professores - sujeitos da própria ação - participam ativamente de um processo contínuo de colaboração, motivação, investigação, reflexão, desenvolvimento do senso crítico e da criatividade, de descoberta e de reinvenção. É a superação tanto da perspectiva instrucionista como da empiricista ou experimental, a partir da resolução de problemas que surgem no contexto social,

com o uso de ferramentas culturais como elementos de transformação social. Os problemas ou projetos trazem embutidos conceitos de distintas áreas inter-relacionadas em uma situação real e singular, que ignora a compartimentação do conhecimento.

Um ambiente criado e explorado segundo essa abordagem favorece a integração em rede entre diferentes formas e conteúdos de conhecimento, desconsidera as barreiras entre as disciplinas e propicia relações de parceria e reciprocidade que caracterizam uma perspectiva interdisciplinar.

Almeida (1995: 19, 18) esclarece que não se trata de abolir as disciplinas nem de propor a supremacia de uma nova disciplina ou teoria. O que se busca é uma nova atitude diante do conhecimento, que utilize o microcomputador como ferramenta para o desenvolvimento integral do sujeito, de acordo com suas próprias condições, interesses e possibilidades, "substituindo a concepção fragmentária pela unitária de ser humano" (Fazenda, 1993: 31).

A interdisciplinaridade se concretiza pela integração entre as disciplinas e pelo diálogo que se estabelece entre os sujeitos envolvidos nas ações desencadeadas pelos projetos e devolve a identidade às disciplinas, fortalecendo-as (Fazenda, 1994). Essa atitude revela-se pelo reconhecimento da "provisoriidade do conhecimento", pelo exercício da dúvida, pelo questionamento das próprias posições e procedimentos, pelo convívio com as diferenças e pela busca da totalidade do conhecimento, que se constrói na ação do sujeito que representa suas ideias no microcomputador, segundo o ciclo descrição-execução-reflexão-depuração (Almeida, 1995: 18).

Embora o discurso de Papert não explicitamente a dimensão política de sua proposta, pode-se afirmar que ela permite uma "praxis transformadora", que se revela "na competência e grau de poder realizar trans-

formações substantivas (...) e subverter a ordem conservadora dos atuais moldes de ensino, (...) uma vez que há uma dimensão de resposta à produção individual, ao senso da criatividade, à participação e à contribuição de cada aprendiz na formação de uma comunidade de construção participativa (...)" , que desperta a consciência moral dos cidadãos (Almeida, 1988: 93).

Papert faz algumas referências ao papel do professor no ambiente computadorizado, mas isso não é o foco central de suas reflexões. Contudo, suas ideias se concretizam na prática pedagógica do professor, que é o objeto de estudo no volume 2.

# PRÁTICA E FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

## **O professor no ambiente informatizado construcionista**

Na abordagem construcionista cabe ao professor promover a aprendizagem do aluno para que este possa construir o conhecimento dentro de um ambiente que o desafie e o motive para a exploração, a reflexão, a depuração de ideias e a descoberta. Antes de propor um plano - que deverá ser resultado de um trabalho cooperativo dos que estão envolvidos na aprendizagem -, o professor precisa conhecer as potencialidades de seus alunos e suas experiências anteriores. Além disso, o professor cria situações para usar o microcomputador como instrumento de cultura, para propiciar o pensar-com e o pensar-sobre-o-pensar e identificar o nível de desenvolvimento do aluno e seu estilo de pensar.

Ao mesmo tempo, o educador é um eterno aprendiz, que realiza uma "leitura" e uma reflexão sobre sua própria prática. O professor procura constantemente depurar a sua prática, o seu conhecimento. Sua atitude transforma-se em um *modelo* para o educando, uma vez que "vivência e compartilha com os alunos a metodologia que está preconizando" (Valente, 1994: 19).

A atitude do professor de propor diálogos cria condições para que a aprendizagem ocorra como um processo dinâmico, que envolve múltiplos elementos: a reflexão defendida por Dewey; a construção do conhecimento explicitada por Piaget; um ambiente em que o aluno é o sujeito da aprendizagem, conforme Freire, e em que o professor atua como mediador, segundo o conceito de Zona Proximal de Desenvolvimento (ZPD) definido por Vigotsky.

Ao saber que o conhecimento se constrói com reflexões e depurações, o professor, mediador da aprendizagem do aluno, atua segundo o ciclo ação-execução-reflexão-depuração e o emprega tanto na interação com o aluno como na análise de sua prática.

O professor atua entre os limites de duas situações: num extremo, deixar o aluno totalmente livre para agir e correr o risco de tornar sua prática um *laissez-faire*; no outro, ensinar tudo o tempo todo (Valente, 1994). Na primeira situação, o aluno fica tentado a "redescobrir a roda" ou a desenvolver ações que repetem o que já descobriu. Na segunda, o professor assume o controle do processo, fornece todas as informações aos alunos e restringe-lhes a criatividade e a iniciativa.

A prática do professor desenvolve-se no intervalo entre esses dois extremos e altera-se constantemente, de acordo com os interesses e as necessidades de cada aluno e diante de cada situação, pois é importante que o professor seja o responsável pelo processo, "mas é necessário adquirir a sabedoria da espera, o saber ver no aluno aquilo que nem o próprio aluno havia lido nele mesmo, ou em suas produções" (Fazenda, 1994: 45).

Há professores que se situam frequentemente mais próximos de um dos limites do intervalo, mas que muitas vezes não têm consciência da sua forma de atuação. O computador, empregado como ferramenta de reflexão pe-

pedagógica, pode ajudar o professor a tomar consciência de sua prática e a tentar modificá-la. Mas para isso é necessário que o professor faça uma "leitura" dessa prática, fundamentado em teorias que lhe permitam identificar os problemas, as limitações e o estilo assumido em seu modo de agir e ainda buscar formas de atuação que promovam um maior desenvolvimento de seus alunos.

Assim, o professor mediador procura reconhecer o momento propício de intervir para "promover o pensamento do sujeito e engajar-se com ele na implementação de seus projetos, compartilhando problemas, sem apontar soluções; respeitando os estilos de pensamento e interesses individuais; estimulando a formalização do processo empregado; ajudando assim o sujeito a entender, analisar, testar e corrigir os erros" (Almeida, 1991: 2.29).

Nesse processo estão implícitos a dimensão afetiva, a insegurança e a incerteza para enfrentar o erro e os conflitos inerentes a toda situação de aprendizagem. O professor precisa reconhecer os conflitos dos alunos e os seus próprios conflitos, para que cada um descubra a potencialidade de aprender a partir dos próprios erros.

A ação do professor está sempre impregnada de teorias, mas muitas vezes ele não tem consciência disso, ou então sua visão teórica é incoerente com a sua prática. Assim, suas reflexões devem permitir a busca de teorias que facilitem apreender o significado de sua prática, problematizá-la e identificar o seu estilo de atuação. À medida que estabelece um movimento entre a teoria e a prática, o professor constrói uma nova teoria de acordo com o seu contexto e com a sua prática transformada e transformadora. Ao assumir essa nova postura, vai propiciar ao aluno a formação de sua identidade, o desenvolvimento de sua capacidade crítica, de sua autoconfiança e de sua criatividade.

Porém, se o professor não adquiriu uma visão teórica coerente com a sua prática, sua compreensão sobre o processo de conhecimento e de aprendizagem é reduzida a limites estreitos, e suas ações pedagógicas serão caracterizadas pela contingência.

#### **UMA RELAÇÃO DIALÉTICA**

A relação entre teoria e prática é dialética. A teoria estrutura a prática, supera-a, aponta seus limites, sua evolução e seu potencial de crescimento. E revela todo o movimento de transformação e de crescimento do sujeito. "A instância organizadora de uma explicação coerente realiza-se na teoria. (...) A teoria legitima-se na prática, mas uma prática sem o constante aprofundamento teórico rapidamente perde a sua consistência" (Becker, 1993: 139, 147). As reflexões dos professores sobre a sua prática não podem voltar-se para teorias geradas em outros ambientes; devem ser construídas por eles mesmos, à medida que refletem sobre sua prática e sobre as condições contextuais que a permeiam.

A teoria que possibilita superar a prática tradicional instrucionista do uso do microcomputador na educação tem a concepção "de uma teoria em movimento, resultante de uma metacognição" (Freire & Prado, 1995: 231).

A concepção de conhecimento coerente com uma teoria em movimento é a mesma da rede de teorias, ou seja, uma teia formada por nós e relações significativas em contínua transformação, atualização e evolução. No que diz respeito ao planejamento e às ações do professor, essa afirmação se aproxima da definição de alguns temas a serem explorados e que funcionam "como germes da rede de significados a ser tecida. Os temas escolhidos são pretextos, não são conteúdos a serem esmiuçados e desenvolvidos analiticamente..." (Machado, 1995: 154).

Muitos professores se sentem fracassados diante de sua prática, embora tenham uma atitude crítica em relação ao sistema escolar e procurem motivar seus alunos utilizando todos os recursos disponíveis. É que, se o professor não se apropriar de uma teoria que lhe permita *re-significar* e reestruturar sua prática, ele não será capaz de transformá-la. Almeida (1993) observa que, quando o professor não concebeu uma teoria que lhe permita reelaborar a sua prática, ele corre o risco de substituir sua prática instrucionista por uma prática do tipo *laissez-faire*, livre de regras e espontaneísta. Nesse momento de transição, fica estabelecido o conflito.

Prado observa que não é fácil pensar e agir de acordo com essa nova teoria, principalmente quando se trata de concepções divergentes daquelas vivenciadas pelo professor. É necessário interpretá-la de acordo com o contexto educacional, ou seja, "recriá-la sem destituir o sentido real de seus princípios" - o que implica "mudanças de valores, concepções, ideias e, conseqüentemente, de atitudes. Segundo Piaget, para a construção de um novo conhecimento o sujeito precisa vivenciar situações em que possa relacionar, comparar, diferenciar e integrar os conhecimentos. Isso implica colocar em ação os processos funcionais de regulação, abstração e equilíbrio que desenvolvem novas estruturas mentais de assimilação do conhecimento" (Prado, 1993: 99).

Para tornar possível tal transformação, é preciso que o professor vivencie situações em que possa analisar a sua prática e a de outros professores; estabeleça relações entre essas práticas e as teorias de desenvolvimento subjacentes; participe de reflexões coletivas sobre elas; discuta suas perspectivas com os colegas; e busque novas orientações.

O professor com uma atitude crítico-reflexiva diante de sua prática trabalha em parceria com os alunos na construção

cooperativa do conhecimento, promove-lhes a fala e o questionamento e considera o conhecimento sobre a realidade que o aluno traz para construir um saber científico que continue a ter significado. Para tanto, é preciso desafiar os alunos em um nível de pensamento superior ao trabalhado no treinamento de habilidades e incitá-las a aprender. As ações do professor são para despertar a curiosidade, a dúvida, a pergunta, a investigação e a criação, num ambiente em que, conforme diz Paulo Freire (1995, 1996), além de ensinar, o professor aprende, e o aluno, além de aprender, ensina.

É fundamental que alunos e professores se engajem em atividades de investigação que desencadeiem uma reflexão sobre as experiências significativas, que devem ser constantemente repensadas ou reconstruídas. Isso torna possível estabelecer conexões entre os conhecimentos adquiridos anteriormente, para a construção ou reelaboração de novos conhecimentos (Dewey, 1979).

A atuação do professor varia segundo as necessidades momentâneas dos alunos. Ele pode incitá-los a criar situações-problema para explorar e resolver; pode eleger, em parceria com os alunos, temas emergentes do cotidiano; e pode também propor desafios.

A atitude do professor é fator fundamental para favorecer a aprendizagem ativa. Contudo, há professores que despendem esforços para tentar transferir as novas ideias para suas salas de aula tradicionais sem mudar de atitude. Papert (1994: 112) salienta que "a permissividade é ilusória, mesmo que as intenções sejam boas, quando a demanda é para que as crianças se encaixem na camisa-de-força do currículo tradicional...". A postura reflexiva não é compatível com o ensino ministrado em porções assimiláveis de conhecimentos estanques, conceitos descontextualizados e habilidades treináveis - tudo organizado de acordo com uma hierarquia estabelecida quando ainda não se dispunha das novas tecnologias.

A maior dificuldade do professor é desafiar o pensamento do aluno em um nível de abstração superior ao treinamento das habilidades voltadas para a racionalização imediata. O desafio deve estimular no aluno a sua capacidade de aprender e de construir conhecimento, promover a sua fala e o seu questionamento. Para o professor, o desafio é criar condições que proporcionem aos alunos uma abertura para novas situações, a liberdade de escolha quanto às direções a seguir e a descoberta do estilo individual de vencer obstáculos.

Vários aspectos referentes à atuação do professor no processo de interação com os alunos em ambiente de aprendizagem informatizado são objeto de análise em Papert (1985, 1994), Petry & Fagundes (1992), Almeida (1996) e Ribeiro (1994), dos quais destacamos os seguintes:

- não impor ao aluno sequências de exercícios ou tarefas;
- propor o desenvolvimento de projetos cooperativos, utilizando temas emergentes no contexto;
- dar ao aluno liberdade para propor os problemas que quer implementar, para que ele atue na direção de seu interesse;
- introduzir o aluno em uma heurística que o deixe livre para encontrar a solução mais adequada ao seu estilo de pensamento;
- não apontar os erros para o aluno; assumir os erros como aproximações do resultado esperado e não como fracasso ou incompetência;
- provocar o pensar-sobre-o-pensar, ao analisar com o grupo de alunos os problemas que estão sendo implementados e estimular cada aluno a formalizar seu problema, a alternativa de solução adotada, as dificuldades encontradas e as novas descobertas;
- introduzir desafios para serem implementados pelos alunos e analisar com o grupo as diferentes estratégias de solução adotadas;

- quando o aluno estiver em conflito, intervir em seu processo, aproximando-se do conhecimento demonstrado a partir de indagações sobre a sua proposta de trabalho; refletir com ele sobre suas hipóteses, auxiliá-lo no estabelecimento de relações entre o ocorrido e o pretendido, isto é, fazer uma adequação das intervenções ao estilo do aluno e à situação contextual e atuar dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD);
- deixar disponível material bibliográfico sobre os recursos da ferramenta informática em uso e, quando necessário, fornecer informações sobre aspectos convencionais do software ou sobre outras informações ou conceitos requeridos pela atividade em desenvolvimento (permitir que os alunos explorem livremente o software em uso desperta o interesse deles em conhecer seus recursos e empregá-los no desenvolvimento de projetos);
- procurar estabelecer relações entre as situações do momento em que o aluno se encontra e outras enfrentadas anteriormente - relacionar "o novo com o velho", isto é, relacionar os conhecimentos em construção com outros conhecimentos de domínio do aluno;
- criar um ambiente de cordialidade e de aprendizagem mútua a partir das relações de parceria e de cooperação com os alunos e entre os alunos.

Esses aspectos implicam a necessidade de o professor desenvolver as seguintes competências:

- procurar construir um quadro teórico coerente, que oriente sua conduta de professor mediador;
- dominar as técnicas de programação e os recursos do software em uso, de forma a fornecer subsídios aos alunos;
- procurar dominar os conteúdos do campo de exploração trabalhado no computador pelos alunos e, quan-

do necessário, aprofundar estudos sobre eles, de forma a orientar a aprendizagem dos conteúdos e das respectivas estruturas envolvidos nas pesquisas;

- estar sempre aberto a "aprender a aprender";
- diante de um novo problema, assumir atitude de pesquisador e levantar hipóteses, realizar experimentações, reflexões, depurações e buscar a validade de suas experiências.

Como preparar o professor para que possa adquirir tais competências e assumir um novo papel em sua atuação?

Ao propiciar a vivência de um processo de formação, cuja concepção é focalizada a seguir, possibilita-se a aquisição dessas competências e as condições para assumir o seu novo papel.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, F. J. *Educação e informática. Os computadores na escola*. São Paulo, Cortez, 1988.
- ALMEIDA, M. E. *A informática educativa na Usina Ciência da UFAL*. Maceió, Anais do II Seninfe, Nies/UFAL, 1991.
- \_\_\_\_\_. *LEGO-Logo e interdisciplinaridade*. Porto Alegre, Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul, LEC/UFRGS, 1995.
- \_\_\_\_\_. "A formação de recursos humanos em informática educativa propicia a mudança de posaira do professor?", in VALENTE, J. A. (org.). *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas, Unicamp/Nies, 1996.
- ANDRADE, P. F. & LIMA, M. C. M. *Projeto Educom*. Brasília, MEC/OEA, 1993.
- \_\_\_\_\_. *Projeto Educom: realizações e produtos*. Brasília, MEC/OEA, 1993.
- AXT, M. & FAGUNDES, L. C. *EAD- Curso de especialização via Internet: buscando indicadores de qualidade*. Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul. Porto Alegre, LEC/UFRGS, 1995.
- BARANAUSKAS, M. C. "Procedimento, função, objeto ou lógica? Linguagens de programação vistas pelos seus paradigmas", in VALENTE, J. A. (org.). *Computadores e conhecimento: repensando a Educação*. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993.
- BARRELLA, F. & PRADO, M. E. "Da repetição à recriação: uma análise da formação do professor para uma Informática na Educação", in VALENTE, J. A. (org.). *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas, Unicamp/NIED, 1996.
- BECKER, F. "A epistemologia do professor: o cotidiano da escola", in VALENTE, J. A. (org.). *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas, Unicamp/NIED, 1996.

- BUSTAMANTE, S. *Ensinar e deixar aprender, a formação do facilitador Logo*. Petrópolis, Universidade Católica de Petrópolis, 1996.
- CANÁRIO, R. "Estabelecimento de ensino: a inovação e a gestão de recursos educativos", in NÓVOA, A. (org.) *Organizações escolares em análise*. 2. ed. Lisboa, Dom Quixote, 1995.
- CANDA, V. M. "Informática na Educação: um desafio", in *Tecnologia educacional*, v. 20, n. 98/99, jan./abr. 1991, pp. 14-23
- CAPRA, Fritjof. *Sabedoria incomum*. São Paulo, Cultrix, 1993.
- CARRAHER, D. W. "O que esperamos do software educacional?", in *Acesso- Revista de Educação e Informática*. São Paulo, FDE, v. 2, n. 3, jan./jun. 1990, pp. 32,37.
- COGEAE. "Tecnologias interativas aplicadas à Educação". São Paulo, PUC-SP, 1996.
- CORREIA, J. A. *Inovação pedagógica e formação de professores*. 2. ed. Rio Tinto, Portugal, Asa, 1991.
- DEWEY, J. *Experiência e educação*. 3. ed. São Paulo, Nacional, 1979.
- \_\_\_\_\_. *Experiência e natureza*. São Paulo, Abril, 1974. Coleção Os Pensadores.
- DOLLE, J. M. *Para compreender Jean Piaget*. Rio de Janeiro, Guanabara, 1987.
- DOWBOR, L. "O espaço do conhecimento", in *A revolução tecnológica e os novos paradigmas da sociedade*. Belo Horizonte/São Paulo, Oficina de Livros/IPSO, 1994.
- DRUCKER, P. *Sociedade pós-capitalista*. São Paulo, Pioneira, 1993.
- FALCÃO, J. T. "Computadores e educação: breves comentários sobre alguns mitos". *Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos*, v. 70, n. 165, maio/ago. 1989, pp. 243-256.
- FAZENDA, I. C. *Interdisciplinaridade: história, teoria e pesquisa*. Campinas, Papyrus, 1994.

- \_\_\_\_\_. *Interdisciplinaridade: um projeto em parceria*. São Paulo, Loyola, 1993-
- FORESTI, M. C. *Formação pedagógica continuada de docentes na universidade: protótipo de um sistema. Hipermídia de educação a distância*. Tese de Doutorado em Educação, apresentada na Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo, 1996.
- FREIRE, F. M. P. & PRADO, M. E. "Professores construcionistas: a formação em serviço", in Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul. Porto Alegre, LEC/UFRGS, 1995.
- FREIRE, P. *A Educação na cidade*. 2. ed. São Paulo, Cortez, 1995.
- \_\_\_\_\_. *Educação e mudança*. 14. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979. Coleção Educação e Comunicação.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia do oprimido*. 6. ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1976.
- GATTI, B. "Os agentes escolares e o computador no ensino", in *Acesso- Revista de Educação e Informática*. São Paulo, FDE, v. 4, "Especial", dez. 1993, pp. 22-27.
- GIRAFFA, L. M. *Formação de recursos humanos para a área de informática aplicada à Educação: uma proposta para auxiliar a promover mudanças*. IV Seminário Brasileiro de Informática na Educação. Recife, SBC/UFPE, 1993.
- GOMÉZ, A. P. "O pensamento prático do professor- A formação do professor como profissional reflexivo", in NÓVOA, A. (org.) *Os professores e sua formação*. Lisboa, Dom Quixote, 1992.
- HUTMACHER, W. "A escola em todos os seus estados: das políticas de sistemas às estratégias de estabelecimento", in NÓVOA, A. (org.) *As organizações escolares em análise*. Lisboa, Dom Quixote, 1995.
- JACQUES. T. G. & FAGUNDES, L. "Processos cognitivos na construção de apresentações em ambientes multimídia de aprendizagem", in Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul. Porto Alegre, LEC/UFRGS, 1995.

- LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro, Editora 34, 1993.
- MACHADO, N. J. *Conhecimento como rede: a metáfora como paradigma e como processo*. São Paulo, Instituto de Estudos Avançados, USP, 1994.
- \_\_\_\_\_. *Epistemologia e didática: as concepções de conhecimento e inteligência e a prática docente*. São Paulo, Cortez, 1995.
- MANTOAN, M. T. E. "Logo, sistemas abertos de ensino: redimensionando microgeneticamente a atividade de programar", in Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul. Porto Alegre, LEC/UFRGS, 1995.
- MARTÍ, E. *Aprender con ordenadores en la escuela*. Barcelona, ICE - Horsori, Universitat de Barcelona, 1992.
- MENEZES, S. P. *Logo e a formação de professores: O uso interdisciplinar do computador na educação*. Dissertação de Mestrado na ECA-USP, São Paulo, 1993.
- MORAES, M. C. *Informática educativa: dimensão e propriedade pedagógica*. Maceió, 1993.
- \_\_\_\_\_. *O paradigma educacional emergente*. Tese de Doutorado em Educação, no Programa de Supervisão e Currículo da PUC-SP, 1996.
- MOREIRA E SILVA, M. G. *Informática na Educação. Mudança de atitude dos professores: uma realidade?* Dissertação de Mestrado na Faculdade de Educação da Unicamp, Campinas, 1990.
- NIES/UFAL. *Curso de Especialização em Informática na Educação*. Projeto. Maceió, NIES/UFAL, 1992.
- NÓVOA, A. (org.) *Os professores e sua formação*. Lisboa, Dom Quixote, 1992.
- \_\_\_\_\_. *As organizações escolares em análise*. Lisboa, Dom Quixote, 1995.
- OLIVA, A. *Quanto mais teorias, melhor para a ciência* PRio de Janeiro, Ciência Hoje, v. 17, n. 99, 1994.

- PAPERT, S. *A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1994.
- Logo: *computadores e educação*. São Paulo, Brasiliense, 1985.
- PETRY, P. P. & FAGUNDES, L. "O preparo de professores para trabalhar no ambiente Logo", in *Psicologia: reflexão e crítica*, v. 5, n. 1, Porto Alegre, 1992, pp. 1-130.
- PETRY, P. P. e outros. "Estudo exploratório sobre a depuração de programas em Logo", in *Anais do VII Congresso Internacional Logo e I Congresso de Informática Educativa do Mercosul*. Porto Alegre, LEC/UFRGS, 1995.
- PIAGET, J. *A epistemologia genética*. Petrópolis, Vozes, 1972.
- \_\_\_\_\_. *Fazer e compreender*. São Paulo, Melhoramentos/Edusp, 1978.
- PMSP. *Projeto Gênese: a informática chega ao aluno da escola pública municipal*. São Paulo, Secretaria Municipal de Educação de São Paulo, 1992.
- PRADO, M. E. B. B. "Logo no curso de Magistério: o conflito entre abordagens educacionais", in VALENTE, J. A. (org.) *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993.
- RIBAS JR., F. B. "Educação e informática: o desafio da interdisciplinaridade", in *Acesso- Revista de Educação e Informática*. São Paulo, FDE, v. 3, n. 6, jul. 1992, pp. 33-40.
- RIBEIRO, J. G. *O ambiente Logo como elemento facilitador na reflexão pedagógica sobre a prática educativa*. Monografia do Curso de Especialização em Informática na Educação. Maceió, NIES/UFAL, 1994.
- RIPPER, A. V. e outros. "O Projeto Eureka", in VALENTE, J. A. (org.) *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993.
- SANTOS, B. de S. *Uma discussão sobre as ciências na transição para uma ciência pós-moderna*. São Paulo,

- Instituto de Estudos Avançados, USP, v. 2, n. 2, maio/ago. 1988.
- SAVIANI, D. *Escola e democracia*. 29. ed. São Paulo, Cortez, 1995.
- SCHÖN, D. A. "Formar professores como profissionais reflexivos", in NÓVOA, A. (org.) *Os professores e sua formação*. Lisboa, Dom Quixote, 1992.
- \_\_\_\_\_. *Educating the reflective practitioner*. San Francisco, Jossey-Bass, 1987.
- SILVA FILHO, J. J. *Educação e informática: uma experiência de trabalho com professores*. Dissertação de Mestrado na PUC-SP, Programa de Filosofia da Educação, 1988.
- TURKLEY, S. *The second self computers and the human spirit*. New York, Simon and Schuster, 1984.
- VALENTE, J. A. "Diferentes usos do computador na Educação", in *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993a.
- "Por que o computador na educação?", in *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993b.
- "O papel do professor no ambiente Logo", in *O professor no ambiente Logo: formação e atuação*. Campinas, Unicamp, MED, 1996.
- \_\_\_\_\_. "Formação de profissionais na área de informática em educação", in *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas, Gráfica Central da Unicamp, 1993c.
- VIGOTSKY, L. S. e outros. *Pensamento e linguagem*. São Paulo, Martins Fontes, 1989.
- \_\_\_\_\_. *A formação social da mente*. São Paulo, Martins Fontes, 1988.
- \_\_\_\_\_. *Linguagem, desenvolvimento e aprendizagem*. São Paulo, Ícone/Edusp, 1988.
- WEIL, P., DAMBROZIO, U. e CREMA, R. *Rumo à nova transdisciplinaridade. sistemas abertos de conhecimento*. São Paulo, Summus, 1993.

WERTSCH, J. V. *Vigotsky and the social formation of mind*.  
Cambridge, Harvard University Press, 1985. ZEICHNER,  
K. *A formação reflexiva dos professores: ideias e  
práticas*. Lisboa, Educa, 1993.

## FITA DE VÍDEO

FREIRE, P. & PAPERT, S. *O futuro da escola: uma conversa  
sobre informática, ensino e aprendizagem*. São Paulo, PUC-  
SP, 1995.

*Outros títulos da Série de Estudos já publicados:*

- *TV da Escola*
- *América Latina - Perspectivas da educação a distância - Seminário de Brasília, 1997*
- *TV e Informática na Educação*
- *Educação do olhar, volumes 1 e 2*
- *Construindo a Escola Cidadã - Projeto político-pedagógico*
- *Reflexões sobre a educação no próximo milênio 2 anos da TV*
- *Escola - Seminário internacional, 1998 Ensino fundamental, volumes 1 e 2*
- ? *Educação especial: tendências atuais*
- ? *Educação de jovens e adultos Mediatemente - Televisão, cultura e educação*
- ? *Um olhar sobre a escola*