

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL  
INSTITUTO DE INFORMÁTICA  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

**Avaliação de softwares  
educacionais no processo de  
ensino-aprendizagem  
computadorizado:  
estudo de caso**

por

Patricia Alejandra Behar

Dissertação submetida como requisito parcial  
para a obtenção do grau de  
Mestre em Ciência da Computação



Prof. Dalcídio Moraes Claudio  
Orientador

Prof. Rosa Maria Viccari  
Co-orientador

Porto Alegre, agosto de 1993.

**UFRGS**  
**INSTITUTO DE INFORMÁTICA**  
BIBLIOTECA

## CIP - CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO

Behar, Patricia Alejandra

Avaliação de softwares educacionais no processo de ensino-aprendizagem computadorizado: estudo de caso / Patricia Alejandra Behar.—Porto Alegre: CPGCC da UFRGS, 1993. 186 p.: il.

Dissertação (mestrado)—Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Curso de Pós-Graduação em Ciência da Computação, Porto Alegre, 1993. Orientador: Claudio, Dalcídio Moraes; Co-orientador: Viccari, Rosa Maria

Dissertação: Informática Educativa, Avaliação de Softwares Educacionais, Processo de Ensino-Aprendizagem Computadorizado

## SUMÁRIO

RESUMO . . . . .	10
ABSTRACT . . . . .	12
<b>1 APRESENTAÇÃO . . . . .</b>	<b>14</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA . . . . .</b>	<b>18</b>
2.1 Utilização do computador na educação . . . . .	18
2.2 Correntes pedagógicas no sistema de ensino-aprendizagem . .	27
2.2.1 Pedagogia Tradicional . . . . .	29
2.2.2 Pedagogia Comportamentalista . . . . .	32
2.2.3 Pedagogia Humanista . . . . .	36
2.2.4 Pedagogia Cognitivista . . . . .	39
2.3 Ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados . . . . .	47
2.3.1 Enfoque Algorítmico X Heurístico . . . . .	47
2.3.2 Modalidades do CAI . . . . .	49
2.3.3 Ferramentas que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem . . . . .	56
2.3.4 Desenvolvimento de uma teoria da aprendizagem computadorizada .	60
2.4 Tecnologias mais avançadas com potencial para a educação . .	65
2.4.1 Inteligência Artificial . . . . .	65
2.4.2 Hipermeios . . . . .	69
2.4.3 Telemática . . . . .	72
2.4.4 Robótica . . . . .	76
2.4.5 Sistemas de Tratamento e Recuperação de informação de B.D . . . . .	79
2.5 Produção, utilização e avaliação de softwares educacionais . .	83

2.5.1	Estabelecimento de necessidades para a produção de software educativo	88
2.5.1.1	Etapas de desenvolvimento de um software educacional . . . . .	91
<b>3</b>	<b>OBJETIVOS DO TRABALHO . . . . .</b>	<b>109</b>
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS . . . . .</b>	<b>110</b>
4.1	Qualidade Técnica - Ambiente de Hardware . . . . .	112
4.2	Qualidade Técnica - Ambiente de Programa . . . . .	113
4.3	Qualidade Pedagógica ou Educacional . . . . .	119
<b>5</b>	<b>RESULTADOS DA AVALIAÇÃO . . . . .</b>	<b>131</b>
5.1	Caracterização do Sistema . . . . .	131
5.2	Qualidade Técnica - Ambiente de Hardware . . . . .	135
5.3	Qualidade Técnica - Ambiente de Programa . . . . .	136
5.4	Análise Pedagógica do software . . . . .	143
5.4.1	Observações do facilitador . . . . .	143
5.4.2	Descrições dos alunos . . . . .	147
5.4.3	Análise do questionário aplicado aos alunos sobre a utilização do software WinLogo . . . . .	148
<b>6</b>	<b>ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS . . . . .</b>	<b>155</b>
6.1	Análise Qualitativa do software . . . . .	155
6.2	Análise Quantitativa do software . . . . .	161
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES . . . . .</b>	<b>166</b>
	<b>ANEXO 1 . . . . .</b>	<b>170</b>
	<b>ANEXO 2 . . . . .</b>	<b>171</b>

ANEXO 3 . . . . . 173  
BIBLIOGRAFIA . . . . . 175

*...Ontem, foi apenas um sonho e, amanhã,  
apenas uma visão...*

*Mas hoje bem vivido, torna cada ontem  
um sonho de felicidade e,  
cada amanhã, uma visão de esperança...*

Pati

Aos meus pais,  
Moni e Rosita  
e meu irmão Dani

## AGRADECIMENTOS

Agradeço ao meu orientador, Dalcídio Moraes Claudio, por acreditar no meu trabalho, pelo incentivo e apoio às minhas idéias...

À minha co-orientadora, Rosa Maria Viccari, pela força que me deu no início do meu trabalho, quando tudo não passava de pensamentos subjetivos, distantes e inatingíveis, por ter me indicado o caminho a seguir, pela atenção constante durante todo o tempo,...

À professora Lucila Maria Costi Santarosa, pela dedicação ao meu trabalho, pelas contribuições significativas dadas em forma de materiais, discussões e idéias, pela participação e interesse,...

À professora Magda Bercht, pela gentileza, presteza e atenção com que se dedicou à leitura e discussão no desenvolvimento da dissertação,...

À todos os meus amigos que contribuíram de forma direta e indireta na minha vida pessoal e profissional,...

Ao meu "maninho" Dani, por ter estado ao meu lado o tempo todo, simplesmente sendo o que ele é, por ter significado uma parte do que hoje eu sou e construí, pelas nossas conversas, viagens e obstáculos que enfrentamos juntos e, pelo prazer de superá-los unidos,...

Em especial, *a mi papi Moni y mi mami Rosita*, pelo carinho, amor e dedicação com que me educaram, que me mostraram e iluminaram o caminho da vida, pelo exemplo de pai e mãe, de pessoas completas, de batalhadores, de garra profissional, competência e força no vencer as dificuldades e conquistar as ambições, por terem sido meus amigos, minhas "reservas morais" quando eu mais precisei, enfim, agradeço por tudo o que eu sou,...

Ao prazer de ter acreditado na minha capacidade, e ter construído uma pequena amostra do que anseio, sendo que para mim, isto significa o início da concretização dos meus ideais,...

## RESUMO

Neste trabalho, se descreve a situação atual em que se encontra a Informática Educativa, apresentando as novas formas de auxílio no processo educacional, que participam da inovação do mesmo.

A introdução do computador na área educacional visa, principalmente, disseminar esta nova cultura desde a infância. Assim, os estudantes são preparados para lidarem com esta nova tecnologia como ferramenta de auxílio na realização de suas atividades futuras. Um outro objetivo apresentado, refere-se à forma de utilização do computador nos diversos ambientes de aprendizagem. Este deve funcionar como um recurso com potencial para incentivar o aprendizado de forma criativa e autônoma.

Enfatiza-se a importância de desenvolvimento de softwares educacionais de boa qualidade, e a formação de bons profissionais que atuem na área de interesse. A partir daí, parte-se para a questão das necessidades básicas exigidas, para o desenvolvimento desses tipos de sistemas. Estes devem ser poderosos tanto à nível educacional quanto computacional.

Neste contexto, é apresentado o problema da avaliação dos programas educativos, como uma atividade que deve apoiar a tomada de decisões educativas, relacionadas com a sua seleção e formas de uso. É discutido o problema da escolha dos softwares educacionais no processo de ensino-aprendizagem, que se adequem com a pedagogia vigente na escola e ainda, com o novo papel do professor. Este poderá intervir no processo de aquisição do conhecimento do estudante atuando, unicamente, como facilitador e orientador da aprendizagem. ||

Através dos processos e resultados da avaliação, vê-se que é possível adquirir conhecimentos corretos a respeito das formas de uso dos programas.

A partir da fundamentação teórica, viu-se a necessidade de construir uma metodologia de avaliação, para apoiar adequadamente qualquer decisão que se pretende tomar, a respeito do software em questão.

Por isso, fez-se o estudo de um caso, com o objetivo de concretizar as idéias apresentadas. Assim, aplicou-se a metodologia de avaliação no sistema Win-Logo -ambiente integrado de programação e aprendizagem em linguagem Logo-. Levaram-se em conta, os aspectos considerados fundamentais para realizar uma análise correta e completa. Entre eles, se pode citar a justificativa de usar este programa, o tipo de ambiente utilizado na análise, o papel do professor, a filosofia educacional adotada e os objetivos propostos que devem ser atingidos com esta aprendizagem.

Foi analisada a qualidade pedagógica ou educacional e, a qualidade técnica, à nível de hardware e software, a fim de validar ou não o sistema. Adotaram-se os devidos instrumentos de avaliação, para a criação de uma situação desejável, na "prova" do software. Dessa forma, esta amostra serviu como base para generalizar os resultados obtidos.

Sendo assim, esta avaliação foi elaborada para explicar, de forma sistemática, determinados fenômenos detectados através deste estudo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Informática Educativa, Avaliação de Softwares Educacionais, Processo de Ensino-Aprendizagem Computadorizado.

**TITLE:** "EVALUATION OF EDUCATION SOFTWARES IN THE COMPUTING LEARNING-TEACHING PROCESS: A CASE STUDY"

## **ABSTRACT**

In this work, it is described the present situation of the educational computing, showing the new ways of helping in the education process and that take part in the innovation of it.

The introduction of the computer in the education area aims for, mainly, spreading this new culture since childhood. Thus, the students are prepared to deal with this new technology as a helping tool in the realization of their future activities. Another objective showed, is referred to the way of using the computer in the several environments of learning. This should work as a resource with potential to stimulate the learning process in a creative and autonomous way.

It is emphasized the importance of good quality educational softwares development and the education of good professionals that act in the interest area. From that on, it goes to the question of the demanded basic necessities for the development of these kind of systems. They must be powerful both education and computing.

In this context, it is showed the problem of the evaluation of educational programs as an activity that should support the making of educational decisions related to their selection and ways of using. It is discussed the problem of the education softwares choice in the learning-teaching process that adapt to the school's pedagogy and, to the teacher's new role. He wont's be able to come up in the knowledge acquiring process of the student, acting just learning advisor and guide.

Through the process and results of the evaluation, we see that it's possible to acquire the right knowledge about the ways of systems using.

From the theoretical basis, we saw the need of building and evaluation methodology to support any decision that is going to be made about the software in question.

Thus, it was made a case study with the aim of making real the ideas showed. So, it was applied the evaluation methodology in the WinLogo System -an integrated environment of programming and learning in the Logo language- it was taken into account the aspects considered the basis to achieve a complete and right analysis. Among them, we can mention the justification of using this program, the kind of environment used in the analysis, the teacher's role, education philosophy adopted and the proposed objectives that should be reached with this learning.

It was analysed the pedagogic or education quality and the technical quality - hardware and software - in order to validate or not the system. It was adopted the proper instruments of evaluation for the creation of a suitable situation, in the "test" of the software. In this case, this sample was useful as a basis to generalize the obtained results.

In this way, this evaluation was elaborated to explain, in a systematic way, such phenomenons detected by this study.

**KEYWORDS:** Educational Computing, Evaluation of Education Softwares, Computing Learning-Teaching Process.

# 1 APRESENTAÇÃO

A introdução do computador está provocando mudanças irreversíveis na realidade social, econômica e política mundial, impondo a necessidade de realizar novos projetos de sociedade. No entanto, é preciso que as formas de uso da tecnologia se adaptem às exigências deste contexto. Em particular, a nível educacional, o computador abriu novas perspectivas no processo de ensino-aprendizagem. Surgiu com o objetivo de criar novas formas de exploração, transformação e criação do conhecimento, dando aos educadores, a grande responsabilidade para realizar essa transição. Para isso, cabe enfatizar a necessidade de preparar indivíduos para a era da informação, propiciando o desenvolvimento de suas estruturas e habilidades. Assim, estes precisarão dominar a sua aprendizagem e, estarão cada vez mais capacitados para a utilização das novas tecnologias, de forma crítica e significativa.

Pode-se observar, que uma das aplicações mais úteis da Informática Educativa são aquelas que buscam a melhoria do processo educacional, fazendo com que o aluno desenvolva seus próprios recursos e o professor, reformule o seu papel, tornando-se um orientador e facilitador da aprendizagem do mesmo.

Com o objetivo de levar à prática esta idéia, atualmente, se desenvolvem e selecionam softwares educativos que apoiam a criação de ambientes educacionais computadorizados. Através destes ambientes, ocorre a interatividade entre os vários agentes educativos que intervêm no processo educacional (estudantes, docentes, ferramentas, materiais instrucionais, atividades, etc).

Um dos aspectos que precisa sofrer modificações na educação, são as formas como o computador é usado para atingir o êxito da aprendizagem. E, é aí que entra a questão da qualidade dos softwares e os fatores chaves que promovem um adequado processo de ensino. Uma das soluções para isso, é a definição e estruturação de critérios que identifiquem os fatores mais relevantes para avaliação dos mesmos. Com base nesse conjunto de atributos, pode ser realizado um manual

que torne viável e eficiente esta análise, levando em conta os objetivos do uso do software, o ambiente de ensino-aprendizagem e, a filosofia pedagógica utilizada. ||

A partir desta questão, foi necessário fazer um estudo bibliográfico que é descrito no capítulo 2, sobre a situação do uso do computador no processo educacional, que consta das seguintes seções:

Na seção 2.1, a **Utilização do computador na educação**, é apresentada uma introdução do estado em que se encontram as pesquisas na área informático-educativa, o papel do professor e o surgimento de linhas antagônicas de pensamento.

Na seção 2.2, são discutidas as diversas **Correntes pedagógicas no sistema de ensino-aprendizagem**, que se enquadram como as mais consistentes dentro do estágio atual de desenvolvimento de teorias sobre o processo educacional.

A partir desse embasamento, na seção 2.3 são apresentados os diferentes **Ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados**.

Na subseção 2.3.1, se descrevem os **Enfoques Algorítmico X Heurístico**, dois tipos de ambientes que tratam de forma diferente o processo da aprendizagem.

Na 2.3.2, são apresentadas as **Modalidades do CAI** - instrução assistida por computador, que são sistemas desenvolvidos especificamente para auxiliar o ensino.

A subseção 2.3.3 refere-se às **Ferramentas que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem**, mostrando suas potencialidades quando utilizadas na área educacional.

E, finalmente, na subseção 2.3.4, apresentam-se os critérios necessários para o **Desenvolvimento de uma teoria da aprendizagem computadorizada**,

que seja poderosa tanto à nível educacional quanto computacional e, que surgiu com o objetivo de melhorar o sistema educacional.

Na seção 2.4 são discutidas as **Tecnologias mais avançadas com potencial para a educação** abordando, em particular, algumas áreas de pesquisa de ponta. Entre elas:

Na subseção 2.4.1 apresenta-se a **Inteligência Artificial**, na 2.4.2 se abordam os **Hipermeios**, na 2.4.3 descreve-se a **Telemática**, na 2.4.4, a **Robótica** e, para concluir, na subseção 2.4.5 são discutidos os **Sistemas de Tratamento e Recuperação de informação de B.D.**

Na seção 2.5, a última do estudo bibliográfico, se introduz a situação problemática detectada pelo autor, que deu origem ao trabalho em questão. Trata-se da **Produção, utilização e avaliação de softwares educacionais.**

Dentro desta seção, o item 2.5.1 estabelece as **Necessidades para a produção de software educativo** e, para finalizar, o 2.5.1.1 descreve as diferentes **Etapas de desenvolvimento de um software educacional.**

Assim é concluído o levantamento bibliográfico, dando lugar aos **Objetivos do trabalho** apresentados no capítulo 3.

A partir daí, se apresenta a **Metodologia de avaliação** que foi construída, sendo abordada no capítulo 4, a nível qualitativo (software/hardware/pedagógico), quantitativo e, ainda, se fez o estudo de um caso, em particular, aplicando esta metodologia a um software educacional.

O capítulo 5 descreve os **Resultados da avaliação** e, a **Caracterização do sistema** é discutida na seção 5.1. Apresenta-se aqui, a **Análise técnica e Pedagógica do sistema.**

No capítulo 6, é apresentada a **Análise e discussão dos resultados**, a nível qualitativo e quantitativo.

e, enfatizando a contribuição do mesmo para a continuidade de pesquisas na área em questão.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Utilização do computador na educação

X A introdução do uso do computador na escola acarretou mudanças significativas em toda a estrutura educacional. Um dos objetivos da nova tecnologia é tornar a educação ativa. O processo de informatização da Educação deve ser considerado como um meio de reformulação das funções do professor. Partiu-se, então, para o questionamento na forma em que é realizada a aquisição do conhecimento. O resultado, foi a descoberta de novas formas de organização do processo de ensino-aprendizagem que obriguem o aluno a criar, explorar e integrar conhecimentos. Para isso, é indispensável que o aluno *aprenda a aprender*, desenvolvendo seus próprios recursos. O computador têm a capacidade de tornar o usuário cada vez mais autônomo e criativo, mas tudo dependerá da forma em que este será utilizado [BEH92].

Os recursos viabilizados pelo microcomputador podem levar, ao reforço de uma robotização do aluno e do professor, como à libertação da aprendizagem de ambos. A sua utilização não pode limitar-se ao treinamento de professores e sim, deve levar a descobrir as possibilidades imensas de uso que ele têm à disposição da aprendizagem do indivíduo. Dessa forma, o que favorece é o repensar do próprio ato de ensinar. O que justifica a introdução do computador no sistema educacional são as condições de ação pedagógica que ele viabiliza.

O principal papel da inovação tecnológica na educação, através do uso do computador, é levar os indivíduos a adquirirem consciência crítica a respeito da utilização e, ainda, dos impactos sociais e políticos das novas tecnologias. Dessa forma, o computador poderá apoiar novas formas de aprendizagem ativa, utilizando produtos de software que contribuam na formação do homem integral e crítico [SAN92].

X Segundo Stahl [STA91], o computador pode ser encarado como um *meio instrucional* ou uma *ferramenta de aprendizagem*. Assim, este oferece tarefas de aprendizagem que vão desde as mais simples até as mais complexas, da concreta à abstrata. Dessa forma atingem-se objetivos que abrangem o domínio da habilidade, como a aquisição do conhecimento, a síntese e a solução de problemas por parte do aluno.

-- | Em termos estritamente educacionais, os computadores deveriam ser usados como um dos meios para a solução de problemas. Com este propósito, alguns produtos de software poderiam atuar de forma significativa no desenvolvimento intelectual dos alunos. Assim, estes poderão constituir-se em poderosas ferramentas, quando utilizadas em sala de aula, propiciando o surgimento de novos requisitos intelectuais. Entre eles, a capacidade de aprender, a aptidão para utilizar linguagens abstratas e simbólicas, a capacidade de desenvolvimento do pensamento lógico-dedutivo e o raciocínio abstrato. Também, pode-se destacar o desenvolvimento da aptidão para codificar e decodificar ícones e sinais e, como já foi mencionado anteriormente, a autonomia e a criatividade do indivíduo.

Os recursos da informática aplicados ao processo educacional poderão ser, então, utilizados de forma a favorecer o desenvolvimento cognitivo do usuário. E, como pode ser observado, o surgimento das novas tecnologias contribuíram na alteração de métodos e técnicas educacionais, obrigando a reformular o sistema de ensino vigente até o momento. ||

Existem inúmeras siglas encontradas na literatura que são destinadas a definir as formas de utilização do computador no ensino. Uma das mais conhecidas é a *instrução assistida por computador -CAI-*, isto é, o ensino através do computador. Ou seja, através deste, é feita a apresentação do material instrucional ou questões a serem resolvidas pelo aluno. Geralmente, a abordagem é skinneriana, isto é, visa-se a transmissão de conteúdos específicos através de uma seqüência pré-definida de apresentação, podendo esta dar-se em diferentes níveis. As diferentes modalidades do CAI, serão apresentadas durante o desenvolvimento do trabalho.

A

Em outra linha de trabalho, a ênfase recai sobre o ensino de programação, de diferentes tipos de linguagens, treinamento de pessoal para utilização de computadores e uma introdução aos aspectos básicos da informática. Ou seja, esta utilização diz respeito ao ensino sobre computadores. É utilizado para tarefas burocráticas e administrativas do sistema de ensino, tais como: administração escolar, programas aplicativos que auxiliam o professor no controle de avaliação, cadastramento e frequência. Neste caso, o computador é utilizado como instrumento na preparação do material de ensino, tornando-o mais ágil e eficiente. Este tipo de aplicação pode ser largamente utilizado para, além de melhorar as tarefas administrativas e burocráticas, familiarizar o professor com a informática, desmistificando-a.

Dentre essas siglas e formas mais comuns de utilização do computador na educação, pode-se citar a classificação de Taylor [TAY80], que aponta três formas básicas de uso do computador: o *tool*, o *tutor* e o *tutee*.

a) *tool* - o computador funciona como um instrumento, normalmente, utilizado no suporte de atividades de ensino/aprendizagem ou como parte integrante da mesma. O exemplo mais comum deste tipo de ferramenta é o uso de processadores de texto na exploração da habilidade para escrever;

b) *tutor* - o computador têm a função de instrutor, incluem-se as modalidades do CAI (computer assisted/aided instruction), tais como exercício e prática, tutoriais, simulações, entre outras, que serão vistas mais adiante. Isto é, sistemas nos quais o computador faz o papel de professor. Inúmeros programas têm sido desenvolvidos nesse sentido, geralmente, no âmbito da própria escola e, em sua maioria, nas área exatas;

c) *tutee* - O computador é "ensinado" pelo aluno. Esta atividade é o resultado de pesquisas que, atualmente, têm o objetivo de verificar se é possível permitir ao estudante, adquirir novas estruturas cognitivas e diferentes formas de solução de problemas.

Mas, apesar destas formas poderem ser classificadas na maneira em que é utilizado o computador, também existem outras tantas que não são classificáveis em uma categoria definida, possuindo características diversas. Tudo dependerá da forma em que é utilizada a ferramenta, como será visto na seção 2.3.

O potencial deste tipo de ferramenta não é questionada pelos seus precursores. Eles têm experiência e material suficiente, para poder argumentar o quanto esta tecnologia ajuda de maneira significativa no processo de ensino-aprendizagem. O único cuidado que se deve ter, é a forma como o computador é utilizado, sendo que a função do professor deve ser a de facilitador e orientador, intervindo de maneira apropriada e, respeitando o processo de pensamento do aluno. Se o ambiente de trabalho é adequado, os resultados obtidos serão significativos no processo de aprendizagem do indivíduo, como a estimulação de sua criatividade, a exploração de seus conhecimentos e de suas capacidades intelectuais.

Dessa forma, o computador deixa de ser uma "máquina de ensinar" e passa a ser uma máquina para "pensar com", sendo um elo da mente humana, em um processo de elaboração e exploração do conhecimento.

Este novo ambiente de aprendizagem, torna a ação docente mais dinâmica e atualizada, mudando significativamente os padrões do sistema educacional. Além disso, realizam-se pesquisas sobre variáveis nas dimensões cognitivas e afetivas que envolvem toda a interação entre o aluno, o professor e o computador.

Um dos vários problemas envolvidos com o processo de informatização das escolas, é o papel do professor. Este papel varia de acordo com o enfoque que é dado ao uso do computador, como será descrito mais adiante. A atividade educativa necessita de professores que dêem suporte, orientação, que atuem no processo de formalizar conhecimento sem impor sua própria forma de pensar. Torna-se necessária então, a informatização do professor para garantir o sucesso da automação do sistema educacional.

Desta forma, surgem várias dificuldades que vão desde o medo de ser substituído pela máquina, medo do desconhecido e, até mesmo a indefinição do papel do professor na informatização da escola [GIR90] [RAP90] [RAP90a].

Um dos pontos que realmente mais preocupa os professores, é a sua substituição pela máquina. E este fato se deve, principalmente, à desinformação e ao desconhecimento. Apesar disso, é evidente que o papel do professor deve ser redefinido. Com a introdução da nova tecnologia, ele precisará saber propor situações que estimulem os alunos a serem ativos e, ainda, saber segui-los em seus caminhos pessoais e intervir de modo adequado. Assim, o professor terá que aceitar que seu novo papel de intervenção é limitado, pois este não poderá estabelecer as relações e fazer as coordenadas em lugar do aluno.

O papel do professor será, no máximo, propor desafios, a fim de desequilibrar as certezas inadequadas, indagar sobre algumas informações pertinentes, mas quando suas sugestões não surtirem efeito, este deverá interpretar isso como uma impossibilidade momentânea de assimilar a informação sugerida. Isto é, a impossibilidade de atribuir à informação uma significação pertinente.

É importante dar-se conta de que os "raciocínios incorretos" são corretos do ponto de vista de quem assimila as informações. E isto acontece, quando a interpretação é feita através do funcionamento da estrutura lógico-matemática do próprio sujeito que interpreta. O erro assume papel significativo e revelador do modo de funcionamento do sujeito. Por outro lado, é uma ocasião de confronto entre a idéia inicial e o resultado do emprego dessa idéia. A testagem de hipóteses é estimuladora de busca de correções e da continuidade da pesquisa. ||

Ainda existe uma certa tendência, por parte do professor, como já foi dito, à rejeição natural do computador, a coisas novas, medo da perda do emprego e a desconfiança do que não se conhece. Sempre há problemas iniciais no treinamento de professores para utilização do micro. Por essa razão, eles têm que ser bastante

flexíveis e abertos à aprendizagem de novas tecnologias, fazendo mudar a sua postura em relação a uma série de aspectos.

A questão da "autoridade" é colocada de outra forma; o professor passa a ser um companheiro, um "facilitador" de seus alunos. Quem trabalha com a linguagem LOGO enfatiza a importância do professor no processo de aprendizado.

Ocorre também que, para existir um real aproveitamento da criança, o professor deve compreendê-la emocional e cognitivamente, reavaliando seus métodos e propostas pedagógicas. O uso do método LOGO, implica na virada do professor numa criança, se redescobrimo, isto é, uma reciclagem e investimento constantes neste, considerado a chave do processo. Ele passaria então, a ser um pesquisador, algo mais do que um educador.

E é aí que reside a maior parte das dificuldades pois, como foi abordado anteriormente, alguns profissionais resistem ao uso do computador, não compreendendo o seu alcance e o encaram como um concorrente, não se dando conta que jamais ele tomará o seu lugar. Pelo contrário, por exemplo, com o LOGO o professor, aluno e micro trabalham numa perfeita harmonia e interação. Procedendo assim, o aluno vivencia a experiência e a aproveita de maneira correta, pois o recurso não constrói o conhecimento, é somente a ferramenta que o possibilita [BEH92].

Como foi abordado, a informatização da escola deve começar pelo professor. Mas além deste fato, torna-se essencial que haja uma boa integração na vida escolar, tornando o computador um elemento não dissociado. É necessário tornar claro o que se espera deste recurso, havendo consciência de que automatizar o ensino não é criar cursos de informática ou disciplinas afins.

Sobre este assunto, a professora Iara Cláudio da PUC do Rio Grande do Sul apresenta momentos diferentes que se apresentam em algumas escolas, quando se pretende introduzir o computador no sistema educacional.

Um aspecto a ser mencionado, trata do computador como um meio de lucro, isto é, o micro passa a não ter uma vitrine mas sim, uma sala. Dessa forma, é criada uma "sala de máquinas", não de pessoas. Esse fato pode gerar situações futuras nas quais os alunos poderão dirigir uma empresa, nas quais os equipamentos existentes lhes pareçam mais importantes que os próprios trabalhadores. A preocupação pode ser ainda maior quando se trata de analisar os cuidados que são dados aos computadores existentes na firma em relação aos operários.

Um outro aspecto, trata da humanização da sala do computador. Este é visto como um recurso e não como fim em si mesmo. Para isso têm que haver junto a ele outros materiais na sala, como livros, sucatas e outros elementos que possam ser utilizados e manipulados livremente.

O último aspecto, refere-se à informatização da sala de aula propriamente dita. Como pode ser observado, em cada uma das fases que foram mencionadas, é necessário que haja uma adequada preparação do professor. Caso isto não ocorra, os resultados da introdução do computador na escola podem causar mais danos do que benefícios para os alunos.

Para evitar situações deste tipo, é preciso formar professores de boa qualidade que atuem nesta área. Entra-se, novamente, na questão já abordada neste trabalho, que se refere ao desenvolvimento de bons profissionais que se enquadrem dentro da realidade da escola. Essa formação não deve ser feita através da ministração de disciplinas de programação mas sim, a partir da vivência da sala de aula computadorizada. Dessa forma, os professores experimentarão essa nova situação e, assim, vivenciarão qual o nível de informática que precisam para crescer dentro deste processo. É muito importante esse tipo de experiência, pois poderá possibilitar a estes profissionais o desenvolvimento crítico quanto à forma de uso de novas tecnologias como tecnologia educacional. ||

Como pode ser esperado então, qualquer mudança significativa em um sistema, principalmente se tratando do educacional, traz consigo linhas de pensa-

mento que revelam um caráter antagônico. Existem autores que sustentam forte oposição ao uso da máquina desde criança em relação a aqueles que defendem essa idéia. Por essa razão, é importante salientar os dois pontos de vista, analisando as qualidades e deficiências que cada uma apresenta [VIT91] [SET84].

Por um lado, existe a linha que critica o uso do computador desde cedo na educação. Um dos principais autores que sustenta esta forte oposição é o professor Setzer [SET84], do Instituto de Matemática e Estatística da USP. Segundo este autor, a evolução do ser humano pode ser subdividida em sua fase inicial em três fases ou setênios. O que se pretende discutir é o uso do computador a partir da segunda fase de vida da criança. Então, no segundo setênio, que vai dos 7 aos 14 anos da criança, o pensamento dela é imaginativo e não abstrato, sendo que esta se encontra ligada, essencialmente, à capacidade de pensar e ter sentimentos.

A linguagem é ainda animista, cheia de inflexões e contornos não precisos. Devido à natureza do pensamento e ao intenso desenvolvimento sentimental a educação, no segundo setênio, deveria ser toda ela baseada em atividades artísticas e contatos com a natureza.

Segundo Setzer, não se deve expor o aluno precocemente à intelectualização. Ele reforça que a criança cujo desenvolvimento é acelerado com uma intelectualização precoce, deixa de passar por um período necessário para tornar-se um adulto equilibrado.

Ele defende a idéia de que não se ensina computação antes da puberdade. O computador vai impor à criança uma linguagem que lhe deve ser totalmente estranha, pois trata-se de uma linguagem formal, absolutamente morta. Também irá impor à ela, um raciocínio lógico que esta não deverá ter tão cedo, um raciocínio matemático extremamente parcial.

Além disso, vai mostrar uma experiência de causas e efeitos exatos que não existem na natureza. Vai mistificar a máquina se for utilizada uma linguagem

do tipo LOGO, ou qualquer linguagem de programação, pois a criança não terá condições de compreender o seu funcionamento. Dessa forma, não será estimulada a criatividade dela, pois as linguagens exigem um pensamento lógico, formal e limitado a um espaço restrito, seguindo especificações pré-definidas.

Enfim, também vai intelectualizar a criança, roubando-lhe energias e forças para se desenvolver normalmente. Em resumo, o computador funcionaria como uma ferramenta anti-arte segundo os seus críticos.

Por outro lado, existem os educadores que defendem a idéia de introduzir o uso da tecnologia desde cedo na escola. A maioria deles é adepto à filosofia LOGO, e afirmam que quando os microcomputadores são utilizados de forma correta, eles têm a capacidade de estimular a criatividade da criança. Utilizando esta linguagem, estimula-se o aluno com desafios e atividades ao alcance da capacidade cognitiva de cada um [MOR86] [PAP85] [PET91].

O potencial desta linguagem só é alcançado se as crianças forem capazes de trabalhar cooperativamente no computador, em um ambiente de exploração e de conhecimento, com um professor flexível, intervindo de forma apropriada e respeitando o processo de pensamento da criança.

Este tipo de ambiente educacional induz, desde cedo, uma mudança de atitude em relação à construção do conhecimento e cria novas relações entre professor-aluno-computador. O uso da máquina como um interlocutor da matemática, através de símbolos (programações), pode ser utilizado como um jogo. Através deste jogo, pode-se visualizar a construção do conhecimento de modo mais autônomo, criativo e livre. Encontra-se assim, o real sentido para o computador ser usado em classes do pré-escolar e ainda, se verificou que nesta fase da vida, as crianças precisam explorar, descobrir e criar, desenvolvendo o pensamento lógico-matemático.

Como pode ser observado, estas duas linhas de pensamento possuem as suas vantagens e desvantagens, mas o que se pretende apresentar a seguir, são as potencialidades e as formas do uso do computador na educação.

Atualmente, observa-se um aumento significativo no número de entusiastas que vê, na tecnologia dos computadores, uma das soluções para os problemas com os quais se defronta no dia-a-dia escolar. Para esse tipo de educador, que já vem experimentando outros tipos de recursos, diversas metodologias de ensino, e têm forte influência da tradição tecnicista, a nova tecnologia é muito conveniente. Eles não questionam a introdução do computador nas escolas, pois defendem a idéia de que elas têm a obrigação de preparar os indivíduos para o futuro. Assim, os entusiastas acreditam em uma melhoria da qualidade do currículo e do nível de ensino, podendo utilizar diferentes abordagens de ensino que se adaptem às necessidades de cada aluno. Segundo eles, o computador é um recurso poderoso pois se preocupa com a individualização do ensino. Para isso, existem diversas formas de utilização da informática na educação [RAP90a]. Tudo dependerá do ambiente de trabalho utilizado pela escola ou pelo professor e sua técnica instrucional. A partir daí, surgem diferentes enfoques à medida que vai se desenvolvendo a capacidade de aprender. Estes são refletidos em correntes pedagógicas nas quais se apóia o sistema de ensino-aprendizagem.

A seguir serão apresentadas então, as principais correntes educativas que norteiam as atividades pedagógicas das escolas.

## **2.2 Correntes pedagógicas no sistema de ensino-aprendizagem**

O estudo das correntes pedagógicas foi baseado no trabalho de Mizukami [MIZ86], mas é necessário enfatizar que foram encontradas inúmeras classificações e nomenclaturas das mais variadas nas literaturas consultadas.

Da mesma forma que o quadro de giz, o livro-texto, as máquinas de escrever e os terrários podem ser usados em vários tipos de estruturas escolares, e assim como fatos, conceitos e habilidades podem ser abordados de diferentes formas, o computador pode ser usado em uma variedade de montagens e tratado de variadas formas orientadas por diferentes filosofias educacionais. Como nenhuma aplicação do computador deve ser considerada com domínio exclusivo de uma determinada filosofia de ensino, se apresentarão as diferentes abordagens do processo de ensino-aprendizagem. ||

Há várias formas de se conceber o fenômeno educativo. Por sua própria natureza, não é uma realidade acabada que se dá a conhecer de forma única e precisa em seus múltiplos aspectos. É um fenômeno humano, histórico e multidimensional. Nele estão presentes tanto a dimensão humana quanto a técnica, cognitiva, a emocional, sócio-política e cultural.

As formas de aproximação do fenômeno educativo podem ser consideradas como mediações historicamente possíveis e, por essa razão, elas devem ser analisadas, contextualizadas e discutidas criticamente.

De acordo com determinada teoria/proposta ou abordagem do processo ensino-aprendizagem, privilegia-se um ou outro aspecto do fenômeno educacional.

Nesta abordagem, as teorias do conhecimento podem ser diferenciadas no que se refere à tomada de posição com base nas escolas psicológicas. As diferentes posições, resultantes de uma relação sujeito-ambiente, podem implicar em diferentes aplicações pedagógicas.

Interessa então, abordar diferentes linhas pedagógicas ou tendências no ensino brasileiro, aqui denominadas *pedagogias*. Estas poderiam estar fornecendo diretrizes à ação docente, mesmo considerando que a elaboração que cada professor faz delas é individual e intransferível.

Serão consideradas as seguintes pedagogias: tradicional, comportamentalista, humanista e cognitivista. Se analisará cada uma delas, em particular, para posteriormente apresentar os diferentes ambientes computacionais que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem.

### 2.2.1 Pedagogia Tradicional

Esta abordagem não se fundamenta em teorias empiricamente validadas, mas numa prática educativa e na sua transmissão através dos anos. Trata-se de uma concepção e uma prática educacional que persistiram no tempo, em suas diferentes formas, e que passaram a fornecer um quadro referencial para todas as demais abordagens que a ela se seguiram.

Englobam-se, portanto, considerações de vários autores defensores de posições diferentes em relação ao ensino tradicional, procurando caracterizá-lo tanto em seus aspectos considerados positivos, quanto negativos.

O ensino tradicional, para Snyders [SNY74], é ensino verdadeiro. Têm a pretensão de conduzir o aluno até o contato com as grandes realizações da humanidade. Dá-se ênfase aos modelos, em todos os campos do saber. Privilegiam-se o especialista, os modelos e o professor, elemento imprescindível na transmissão de conteúdos.

O ensino é centrado no professor e volta-se para o que é externo ao aluno: o programa, as disciplinas, o professor. O aluno apenas executa prescrições que lhe são fixadas por autoridades exteriores.

O homem é considerado como inserido num mundo que irá conhecer através de informações que lhe serão fornecidas e, que se decidiu serem as mais úteis e importantes para ele. Funciona como um receptor passivo até que, repleto das informações necessárias, é capaz de repeti-las a outros que ainda não as possuam.

A realidade é algo que será transmitido ao indivíduo principalmente pelo processo de educação formal, além de outras agências.

Os tipos de sociedade e cultura podem ser os mais variados na utilização desse tipo de ensino. O objetivo educacional se encontra, na maioria das vezes, intimamente relacionado aos valores seguidos pela sociedade na qual se realiza.

Também se pode constatar nesta abordagem, que as tendências englobadas possuem uma visão individualista do processo educacional. Este fato, normalmente, não possibilita trabalhos de cooperação nos quais o futuro cidadão possa experimentar a convergência de esforços.

É atribuído ao sujeito um papel insignificante na elaboração e aquisição do conhecimento. Sendo assim, a este compete memorizar definições, enunciados de leis, sínteses e resumos que lhe são oferecidos no processo de educação formal.

Neste tipo de abordagem defende-se o tipo de educação baseada em decisões verticais. Às vezes, coloca-se que, para que o aluno possa chegar, e em condições favoráveis, a uma confrontação com o modelo, é indispensável a intervenção do professor.

A abordagem tradicional é caracterizada pela concepção de educação como um "produto", já que os modelos a serem alcançados estão pré-estabelecidos. Daí vem a ausência de ênfase no processo.

A escola não é considerada como a vida mas sim, como fazendo parte dela. Esta é freqüentemente utilitarista quanto a resultados e programas pré-estabelecidos.

O tipo de relação social estabelecido nesta concepção de escola é vertical, do professor para o aluno. O professor funciona como mediador entre o aluno e os modelos, sendo que as possibilidades de cooperação entre os pares são reduzidas.

A ênfase do processo de ensino-aprendizagem é dada às situações de sala de aula, onde os alunos são "instruídos" e "ensinados" pelo professor. A educação

é subordinada à instrução, sendo que neste caso os conteúdos e informações têm de ser adquiridos, e os modelos imitados.

Para este tipo de abordagem, a existência de um modelo pedagógico é de suma importância para a criança e para sua educação. Existe uma intervenção muito grande no processo de ensino do aluno e, é aí que reside a problemática do ensino tradicional. Muitas vezes esse tipo de ação visa apenas a atuação de um dos pólos da relação, o professor, sendo que neste ponto é que são feitas as críticas a esse modelo de ensino.

Os elementos fundamentais das concepções psicológicas e práticas educacionais do ensino tradicional, são imagens estáticas que progressivamente serão "impressas" nos alunos, cópias de modelos do exterior que serão gravadas nas mentes individuais.

Este tipo de abordagem não explora a apresentação de dados intuitivos por parte dos alunos nem à sua imaginação, portanto, não se preocupa com a construção de um pensamento reflexivo. Limita-se, unicamente, a transmitir variedade e quantidade de noções, conceitos e informações, tendo como consequência, a redução do ensino a um processo de impressão, a uma pura receptividade.

A relação professor-aluno é vertical, isto é, o professor detém o poder decisório quanto à metodologia, conteúdo, avaliação, forma de interação na aula, etc. Ao professor compete informar e conduzir seus alunos em direção a objetivos que lhes são externos, por serem escolhidos pela escola e/ou pela sociedade em que vive e não pelos sujeitos do processo.

A metodologia utilizada neste tipo de abordagem, se baseia mais frequentemente na aula expositiva e nas demonstrações do próprio professor à classe. O professor já traz o conteúdo pronto e o aluno se limita a escutá-lo; o ponto fundamental desse processo será o produto da aprendizagem. A reprodução dos conteúdos feita pelo aluno, de forma automática e sem variações, na maioria das vezes, é con-

siderado como um poderoso e suficiente indicador de que houve aprendizagem e, portanto, o produto será assegurado. Os elementos da vida emocional ou afetiva, assim como o pensamento reflexivo, a iniciativa própria e a crítica, são reprimidos por se julgarem impeditivos de uma boa e útil direção do trabalho de ensino.

A avaliação é realizada predominantemente visando a exatidão da reprodução do conteúdo comunicado pelo professor. Mede-se, portanto, pela quantidade e exatidão de informações que se consegue reproduzir.

Finalmente, pode-se concluir que, na abordagem tradicional o indivíduo nada mais é do que um ser passivo, um receptáculo de conhecimentos escolhidos e elaborados por outros para que deles se aproprie.

### 2.2.2 Pedagogia Comportamentalista

Esta abordagem está centrada, basicamente, nos comportamentos observáveis do indivíduo. O conhecimento, neste caso, é uma "descoberta" e é nova para o indivíduo que a faz. O que foi descoberto, porém, já se encontrava presente na realidade exterior. Considera-se o organismo sujeito às contingências do meio, sendo o conhecimento uma cópia de algo que é dado no mundo externo.

Os comportamentalistas ou behavioristas, consideram a experiência ou a experimentação planejada como a base do conhecimento. Considera-se, assim, de que o conhecimento é o resultado direto da experiência.

Para os comportamentalistas, a ciência consiste numa tentativa de descobrir a ordem na natureza e nos eventos. Skinner pode ser considerado como um representante da "análise funcional" do comportamento, dos mais difundidos no Brasil.

Os modelos são desenvolvidos a partir da análise dos processos por meio dos quais o comportamento humano é modelado e reforçado.

O conteúdo transmitido visa objetivos e habilidades que levem à competência. O aluno é considerado como um recipiente de informações e reflexões. O uso do computador libera, até certo ponto, o professor de fazer uma série de tarefas. A educação, decorrente disso, se preocupa com aspectos mensuráveis e observáveis.

Qualquer estratégia instrucional com base nesta abordagem deve considerar a preocupação científica que a caracteriza. Esta pode ser aplicada quer no planejamento, quer na condução, implementação e avaliação do processo de aprendizagem. Qualquer estratégia instrucional deve, pois, estar baseada em princípios da tecnologia educacional.

Nesta abordagem, podem ser analisados tanto os elementos de ensino como as respostas do aluno em seus componentes comportamentais. O ensino é dirigido através do treinamento, segundo objetivos pré-fixados. Os objetivos de treinamento são as categorias de comportamento ou habilidades a serem desenvolvidas. Habilidades são compreendidas como respostas emitidas, caracterizadas por formas e seqüências especificadas.

O sistema educacional deste tipo de abordagem tem como finalidade básica promover mudanças relativamente permanentes nos indivíduos. Estas implicam tanto na aquisição de novos comportamentos quanto na modificação dos já existentes.

A escola, na abordagem comportamentalista, é considerada e aceita como uma agência educacional. Esta deverá adotar uma forma peculiar de controle, de acordo com os comportamentos que pretende instalar e manter. Portanto, cabe a ela manter, conservar e em parte modificar os padrões de comportamento aceitos como úteis e desejáveis para uma sociedade, considerando-se, assim, um determinado contexto cultural.

Para Skinner, o conhecimento adquirido é estruturado indutivamente, sendo o resultado direto da experiência. A tradição educativa ocidental determina

uma educação voltada para o "saber", para o "conhecimento", termos difíceis de se definir operacionalmente. Estes aspectos estão intimamente ligados com o comportamento verbal, enfatizado nas escolas, onde se nota preocupação com a aquisição do comportamento em lugar da manutenção do mesmo.

Segundo esta abordagem, considerando-se a prática educacional, não há modelos ou sistemas ideais de instrução. A eficiência na elaboração e utilização dos sistemas, modelos de ensino depende, igualmente, de habilidades do planejador e do professor. Os elementos mínimos a serem considerados para a realização de um sistema instrucional são: o aluno, um objetivo de aprendizagem e um plano para alcançar o objetivo proposto.

Na filosofia comportamentalista, de acordo com os princípios da teoria do reforço, é possível programar o ensino de qualquer disciplina, assim como o de qualquer comportamento. Exemplos disso são o pensamento crítico e a criatividade, desde que se possa definir previamente o repertório final desejado.

A ênfase da proposta de aprendizagem dessa abordagem se encontra na organização (estruturação) dos elementos para as experiências curriculares. Será essa estruturação que irá dirigir os alunos pelos caminhos adequados que deverão ser percorridos para que eles cheguem ao comportamento final desejado. Isto é, eles deverão atingir o objetivo final e, assim, a aprendizagem será garantida pela sua programação. Assim, caberá a eles alunos o controle do processo de aprendizagem.

Segundo tal abordagem, o professor tem a responsabilidade de planejar e desenvolver o sistema de ensino-aprendizagem, de forma tal que o desempenho do aluno seja maximizado, considerando-se igualmente fatores tais como economia de tempo, esporço e custos.

Os passos de ensino, assim como os objetivos intermediários e finais, são decididos com base em critérios que fixam os comportamentos de entrada e aqueles os quais o aluno deverá exibir ao longo do processo. O professor é considerado

como um planejador e um analista de contingências ou ainda, como se denominou recentemente, um "engenheiro comportamental".

A função básica do professor consiste em arranjar as contingências de reforço de modo a possibilitar ou, aumentar a probabilidade de ocorrência de uma resposta a ser aprendida. Deverá, portanto, dispor e planejar melhor essas contingências em relação às respostas desejadas.

A metodologia de ensino utilizada na filosofia comportamentalista é uma categoria bastante ampla, pois se incluem tanto a aplicação da tecnologia educacional e estratégias de ensino, quanto as formas de reforço no relacionamento professor-aluno.

A individualização do ensino surge nesta abordagem como decorrência de uma coerência teórico-metodológica. Tal individualização implica nos seguintes aspectos: na especificação de objetivos, envolvimento do aluno, controle de contingências, *feedback* constante que forneça elementos que especifiquem o domínio de uma determinada habilidade, apresentação do material a ser estudado em pequenos passos e, ainda, respeito ao ritmo individual de cada aluno.

A instrução individualizada consiste pois, numa estratégia de ensino, na qual objetiva a adaptação de procedimentos instrucionais para que os mesmos se ajustem às necessidades individuais de cada aluno. Dessa forma é maximizada a aprendizagem, desempenho e seu desenvolvimento. Isso pode implicar tanto na instrução em grupo como na aprendizagem completamente individualizada. Pode permitir variações em ritmo de aprendizagem, objetivos a serem alcançados, nível exigido de rendimento e desempenho e, finalmente, métodos e materiais de estudo.

Decorrente do pressuposto que o aluno progride em seu ritmo próprio, em pequenos passos e sem cometer erros, nesta abordagem, a avaliação consiste na constatação de que o aluno aprendeu e atingiu os objetivos propostos, quando o programa conduziu-se de forma adequada até a sua finalização.

A avaliação está diretamente ligada aos objetivos estabelecidos, com a finalidade de se conhecer se os comportamentos finais desejados foram adquiridos pelos alunos.

Tal como na abordagem tradicional, aqui se dá ênfase no produto obtido, na transmissão cultural, na influência do meio, no diretivismo, por parte do centro decisório, sobre o que será aprendido e que deverá ser transmitido às novas gerações. Esta abordagem se baseia, no entanto, não em uma prática cristalizada através dos tempos, mas em resultados experimentais do planejamento de contingências de reforço.

Concluindo, pode-se dizer, que na abordagem tradicional a ênfase dada é na transmissão de informações e na apresentação de demonstrações do professor para o aluno. No entanto, na abordagem em questão, esta ênfase é substituída pela direção mais eficiente do ensino dada pela programação. Nas formas até então apresentadas, nota-se diretivismo e decisões tomadas para o aluno.

### 2.2.3 Pedagogia Humanista

Existem dois enfoques que predominam nesta filosofia: o de C. Rogers e o de A. Neill. Neill é classificado comumente como "espontaneísta", onde a proposta consiste em deixar que a criança se desenvolva sem intervenções. Sua obra consiste muito mais no relato de uma experiência e na exposição de idéias sobre o homem, educação e vida, do que numa proposta sistematizada. A ênfase é dada ao papel do sujeito como principal elaborador do conhecimento humano.

A outra proposta, a rogeriana, é identificada como representativa da psicologia humanista. O ensino "centrado no aluno", é derivado da teoria, também rogeriana, sobre personalidade e conduta.

Esta abordagem dá ênfase às relações interpessoais e ao crescimento que delas resulta. É centrada no desenvolvimento da personalidade do indivíduo, em seus processos de construção e organização pessoal da realidade, e em sua capacidade de atuar, como uma pessoa integrada. Dá-se, igualmente, ênfase à vida psicológica e emocional do indivíduo e à preocupação com sua orientação interna, com o autoconceito, com o desenvolvimento de uma visão autêntica de si mesmo, orientada para a realidade individual e grupal.

O professor em si, não transmite conteúdo. Ele dá assistência, sendo um facilitador da aprendizagem. O conteúdo advém das próprias experiências dos alunos. A atividade é considerada um processo natural que se realiza através da interação com o meio. O conteúdo da educação deveria consistir em experiências que o aluno reconstrói. O professor não ensina, apenas cria condições para que os alunos aprendam.

A educação assume significado amplo. Trata-se da educação do homem e não apenas da pessoa em situação escolar, numa instituição de ensino. Trata-se do ensino "centrado no aluno".

A filosofia da educação subjacente ao rogerianismo, denominada de filosofia da educação democrática, consiste em deixar a responsabilidade da educação fundamentalmente ao próprio estudante. A educação tem como finalidade primeira a criação de condições que facilitem a aprendizagem do aluno. Como objetivo básico tem-se a capacidade de auto-aprendizagem de forma tal, que seja possível o desenvolvimento do indivíduo tanto intelectual quanto emocional. Seria a criação de condições nas quais os alunos pudessem tornar-se pessoas de iniciativa, de responsabilidade e de autodeterminação. Também que estes soubessem se aplicar coisas para aprender, que lhes servirão para a solução de seus problemas. Dessa forma, tais conhecimentos irão capacitá-los para se adaptarem com flexibilidade à novas situações, à novos problemas, servindo-se, assim, da própria experiência, com espírito livre e criativo. Enfim, seria a criação de condições nas quais o aluno pudesse tornar-se pessoa que soubesse colaborar com os outros.

Uma situação formal de educação seria entendida, na proposta rogeriana, como um encontro deliberado e intencional entre pessoas que objetivam experiências significativas, crescimento, atualização e mudança. A aprendizagem deve ser feita a partir de um processo buscado, escolhido e não obrigado ou imposto. As características inerentes a este processo são a autodescoberta e a autodeterminação.

A escola decorrente de tal posicionamento será uma escola que respeite a criança tal qual ela é. É uma escola que ofereça condições que possibilitem a autonomia, a criatividade e a liberdade do aluno.

Como decorrente das proposições rogerianas sobre o homem e o mundo, está um ensino centrado na pessoa, o que implica técnicas de dirigir sem dirigir. Isto significa dirigir a pessoa à sua própria experiência para que, dessa forma, ela possa estruturar-se e agir. Ela é a finalidade do método não-diretivo.

Os conceitos básicos da teoria desta aprendizagem são: potencialidade para aprender, tendência à realização, aprendizagem significativa, resistência, abertura à experiência, auto-avaliação, criatividade, autoconfiança e independência.

O processo de ensino depende do caráter individual do professor, como ele se inter-relaciona com o caráter individual do aluno. Para isso, este deve ser autêntico e congruente, ou seja, integrado. Estes aspectos são considerados condições facilitadoras da aprendizagem, as quais, por sua vez, irão facilitar um processo de autenticidade ou congruência na pessoa ajudada. Isso implica que o professor deva aceitar o aluno como ele é, e compreender os sentimentos que este possui. Aceitando o aluno e compreendendo-o empaticamente, o professor fará, da sua parte, tudo para a criação de um clima favorável de aprendizagem.

A característica básica da filosofia humanista, no que se refere ao que ocorre em sala de aula, é a ênfase atribuída à relação pedagógica, a uma situação propícia para o desenvolvimento das pessoas, dando a possibilidade de liberdade para aprender.

Apesar de criticar a transmissão de conteúdos, essa proposta não defende a supressão do fornecimento de informações. Estas, no entanto, devem ser significativas para os alunos e percebidas como mutáveis. A pesquisa dos conteúdos será feita pelos alunos, que deverão, por sua vez, ser capazes de criticá-los, aperfeiçoá-los ou até mesmo de substituí-los.

No estágio atual desta proposta, verifica-se a necessidade de elaboração de uma teoria de instrução, que seja validada empiricamente e que, por sua vez, forneça subsídios para uma ação didática.

Assim, tornam-se necessárias experiências diversas, baseadas em concepções dessa abordagem e cujos resultados possam subsidiar uma ação pedagógica mais sistemática. Como o facilitador da aprendizagem não é um facilitador inato, ele pode aprender e ser treinado nas atitudes que são pertinentes a esta função.

Resta, no entanto, a dificuldade de implementação em larga escala de escolas que se norteiem por esta proposta, já que isto implicaria em uma modificação no sistema escolar vigente e reestruturação institucional.

Contrariamente às abordagens precedentes, aqui se enfatiza o subjetivo, a auto-realização e o vir-a-ser contínuo que é característico da vida humana. Os conteúdos vindos de fora passam a assumir importância secundária, e privilegia-se a interação estabelecida entre as pessoas envolvidas numa situação de ensino-aprendizagem.

#### 2.2.4 Pedagogia Cognitivista

O termo "cognitivista" refere-se aos psicólogos que investigam os denominados "processos centrais" do indivíduo. Estes processos são dificilmente observáveis, podendo citar alguns deles, tais como: a organização do conhecimento, o

processamento de informações, os estilos de pensamento ou estilos cognitivos e os comportamentos relativos à tomada de decisões, entre outros.

Uma abordagem cognitivista implica, dentre outros aspectos, o estudo científico da aprendizagem, como sendo mais do que um produto do ambiente, das pessoas ou de fatores que são externos ao aluno.

Aquí, são consideradas as formas pelas quais as pessoas lidam com os estímulos ambientais, organizam dados, sentem e resolvem problemas, adquirem conceitos e empregam símbolos verbais. Embora se note preocupação com relações sociais, a ênfase dada é na capacidade do aluno de integrar informações e processá-las.

Este tipo de abordagem é predominantemente interacionista. Um dos seus principais representantes é o cientista Jean Piaget.

Nesta filosofia, o homem e o mundo são analisados conjuntamente, já que o conhecimento é o produto da interação entre eles, entre sujeito e objeto. Não se enfatiza, então, pólo algum da relação, como ocorreu nas abordagens anteriores.

Em Piaget, encontra-se a noção de desenvolvimento do ser humano por fases. Estas se inter-relacionam e se sucedem até que se atinjam estágios da inteligência caracterizados por maior mobilidade e estabilidade.

O indivíduo é considerado como um sistema aberto, em reestruturações sucessivas, em busca de um estágio final nunca alcançado por completo.

O núcleo do processo do desenvolvimento está em considerá-lo como um processo progressivo de adaptação entre o homem e o meio.

O desenvolvimento do ser humano consiste, de forma genérica, em se alcançar o máximo de operacionalidade em suas atividades, sejam estas motoras, verbais ou mentais. Essa operacionalidade caminha em direção a estruturas de funcionamento integrado, tais como grupos e redes matemáticas.

A criança, no seu desenvolvimento, irá reinventar todo o processo racional da humanidade e, na medida em que ela reinventa o mundo, desenvolve a sua inteligência.

Ao nível individual, a personalidade consiste numa forma de consciência intelectual caracterizada por autonomia. Não se tem um modelo de sociedade ideal como produto final da evolução humana. O que se considera é em termos de tendências gerais, ou seja, a otimização do comportamento individual e do comportamento coletivo, sendo que este último se refere, particularmente, à organização social e política da sociedade. Toda intervenção, no entanto, gera desequilíbrio e, naturalmente, a superação do mesmo em direção a uma reequilibração.

Considerando-se o construtivismo interacionista, característico dessa abordagem, é importante mencionar que para Piaget não há um começo absoluto. Ele defende a teoria de assimilação que supõe que o que é assimilado o é a um esquema anterior. Desta forma, na realidade não se aprende nada de realmente novo. No processo de desenvolvimento e aquisição de conhecimento, o mundo deve ser reinventado pela criança.

Para Piaget, o conhecimento científico está em constante evolução. Dessa forma, não se poderia dizer que existe de um lado a história do conhecimento e do outro a posição alcançada por esse pensamento no momento atual.

No pensamento operacional, é necessário se distinguir dois modelos: a indução e a dedução (que consiste em elaboração, criação ou invenção de explicações destinadas à compreensão da realidade).

A partir da abordagem piagetiana constata-se que os modelos, os mecanismos de explicação da realidade possibilitam a observação de dados e fatos por ângulos diversos. Na história do conhecimento e no seu estágio atual, é necessário que se considere, pois, tanto a indução como os processos hipotético-dedutivos.

Nesta abordagem, o processo educacional tem um papel muito importante, pois provoca situações desequilibradoras para o aluno. Assim, faz com que este construa progressivamente noções e operações, ao mesmo tempo que vive intensamente (intelectual e afetivamente) cada etapa de seu desenvolvimento.

O objetivo da educação, portanto, não irá consistir na transmissão de verdades, informações, demonstrações, modelos, etc. Este consistirá na aprendizagem do aluno por si próprio, conquistando verdades, mesmo tendo de realizar todos os caminhos pressupostos por qualquer atividade real.

A autonomia intelectual será assegurada pelo desenvolvimento da personalidade e pela aquisição de instrumental lógico-racional. A educação deverá visar que cada aluno chegue a essa autonomia.

Este tipo de educação procurará provocar constantemente nos alunos, a busca de novas soluções, a criação de novas situações que exijam o máximo de exploração por parte deles e a estimulação de novas estratégias de compreensão da realidade.

A escola possibilita a qualquer aluno a oportunidade de aprender por si próprio, de investigação individual, possibilitando-lhe todas as tentativas, todos os tateios e ensaios que uma atividade real pressupõe. Isso implica diretamente, que a motivação seja intrínseca, ou seja, que não venha de fora para dentro e sim, da própria capacidade de aprender, para que se torne possível a construção de estruturas.

Na teoria de Piaget pode-se constatar o estabelecimento de relações entre a cooperação e a formação/desenvolvimento intelectual. Existe, então, uma livre cooperação dos alunos entre si e não apenas entre professor e alunos.

Um tipo de escola coerente com essa abordagem deverá oferecer à criança liberdade de ação e desafiá-la num processo de equilíbrio-desequilíbrio. Não se con-

cebe, no entanto, que a atividade do aluno e o "como" trabalhar os conceitos sejam dirigidos. A forma de solução deverá ser peculiar a cada aluno.

O ensino que seja compatível com a teoria piagetiana tem de ser baseado no ensaio e no erro, na pesquisa, na investigação, na solução de problemas por parte do aluno. O objetivo não é a aprendizagem de fórmulas, definições, nomenclaturas em um processo de ensino-aprendizagem pré-fixado, sem a construção do conhecimento.

A aprendizagem verdadeira se dá no exercício operacional da inteligência. Só se realiza realmente quando o aluno elabora seu conhecimento. O ensino deve levar progressivamente, ao desenvolvimento de operações, através de diversos métodos de ensino-aprendizagem, evitando a formação de hábitos que constituem a fixação de uma forma de ação, sem reversibilidade e associatividade.

As implicações para uma ação do professor e do aluno ficam claras nas categorias anteriores, evidenciando uma situação em que ambos os pólos da relação devem ser compreendidos de forma diferente da convencional, no sentido de um transmissor e um receptor de informação. Caberá ao professor criar situações, propiciando condições onde possam se estabelecer reciprocidade intelectual e cooperação, ao mesmo tempo, moral e racional.

Também, cabe ao professor evitar rotina, fixação de respostas e hábitos. Deve simplesmente propor problemas aos alunos para que estes reflitam e busquem a solução dos mesmos através do seu próprio conhecimento desenvolvendo, desta forma, a inteligência.

O professor provoca desafios, desequilíbrios, concedendo ao aluno ampla margem de autocontrole e autonomia. Ao mesmo tempo, ele deve assumir o papel de investigador, pesquisador, orientador, coordenador, levando o aluno a trabalhar o mais independente possível. Também deve conviver com os alunos, observando seus comportamentos, conversando, perguntando e sendo interrogado por eles.

Finalmente, caberá ao professor, dar a orientação necessária para que os objetos sejam explorados pelos alunos, sem jamais oferecer-lhes a solução pronta.

Não existe um modelo pedagógico piagetiano. O que existe é uma teoria de conhecimento, de desenvolvimento humano que traz implicações para o ensino.

Uma didática científica deve ter por finalidade deduzir o conhecimento psicológico dos processos de formação intelectual e as técnicas metodológicas mais adequadas para produzir tais processos.

O ambiente no qual o aluno está inserido precisa ser desafiador, promovendo sempre desequilíbrios. Caberá, então, ao pedagogo, ao educador, ao professor, planejar e programar situações de ensino onde os conteúdos e os métodos pedagógicos sejam coerentes com o desenvolvimento das estruturas cognitivas.

Uma didática baseada em tal abordagem atribuirá ao aluno o papel primordial à pesquisa e à reflexão para encontrar o próprio caminho. Durante este tipo de atividade intelectual serão formadas as novas noções, operações e a construção de um conhecimento, de um pensamento crítico e lógico.

O material de ensino deve-se prestar a todas as possíveis combinações e realizações, sendo adaptável às características estruturais de cada fase.

Em relação ao ensino programado pode ocorrer que, em vez da construção de programas adequados que tenham por base o princípio de compreensão progressiva, haja transformação do conteúdo de manuais em termos de programação mecânica. Do ponto de vista pedagógico, o ensino programado leva o aluno a aprender, mas não a criar, salvo se a programação for feita pela criança.

Um método elaborado segundo os princípios inerentes à abordagem em questão implica em programas, técnicas, horários suficientemente flexíveis e adaptáveis às condições dos alunos. Respeita-se, assim, o ritmo individual de trabalho, de assimilação do conhecimento, ao mesmo tempo que se respeita a atividade grupal,

com tarefas e técnicas suficientemente diversificadas. O método deve ser adequado à forma de aquisição e desenvolvimento de conhecimentos, a partir de uma perspectiva de construtivismo interacionista.

No que se refere à avaliação tradicional, realizada através de testes, provas, exames, etc, e que desenvolve a memorização do aluno, a filosofia cognitivista, assim como a humanista, encontra pouco respaldo nesse tipo de abordagem.

O controle do aproveitamento do posicionamento piagetiano deve ser apoiado em múltiplos critérios. Considera-se, principalmente, a assimilação e aplicação em situações variadas.

Durante o desenvolvimento cognitivo do ser humano, não existe pressão no sentido de desempenho acadêmico e desempenhos padronizados.

Esta abordagem difere de forma acentuada da abordagem comportamentalista, tendo implicações outras para o ensino.

Para Piaget, o conhecimento progride mediante a formação de estruturas. Isso nega o mecanismo de justaposição dos conhecimentos em que se baseiam os behavioristas e os que advogam o que se denomina de "ensino tradicional".

Tudo o que se aprende é assimilado por uma estrutura já existente e provoca uma reestruturação. No comportamentalismo, o que o organismo geralmente persegue é o esforço e não a aprendizagem em si. Esta interessa apenas ao professor.

A aprendizagem considerada como fixação de respostas padronizadas, geralmente ocorre na abordagem comportamentalista.

As pesquisas do CIEEG têm evidenciado que a memória é operativa, ou seja, não é apenas um depósito de lembranças, mas modifica as lembranças, de acordo com o nível de desenvolvimento mental do indivíduo. Essa constatação coloca em questionamento a aprendizagem de respostas padronizadas e a sua transferência.

Em relação à proposta rogeriana, o não-diretívismo é aqui considerado, principalmente, no que se refere ao respeito dado ao aluno quanto à sua própria atividade e quanto às oportunidades de investigação individual. A forma de solução de cada problema é pertinente apenas a cada aluno e a ele caberá encontrá-la. Ocorre ênfase no aspecto cognitivo, ao passo que em Rogers, esse elemento apesar de ser considerado, não é exaustivamente trabalhado em forma de teoria.

Por último, deve-se mencionar a necessidade de uma sistematização mais completa. Esta refere-se ao sentido de uma teoria de instrução que possa fornecer diretrizes à ação pedagógica do professor, tanto em diferentes níveis de ensino, quanto em diferentes áreas de conhecimento.

Como pode ser observado, então, existem diversas abordagens pedagógicas que são as que se apresentam como as mais consistentes dentro do estágio atual do desenvolvimento de teorias sobre ensino-aprendizagem. É necessário mencionar, que estas não são as únicas fontes de respostas possíveis, completas e incorregíveis, para as situações do processo educacional. Elas foram elaboradas para explicar, de forma sistemática, determinados fenômenos. Os dados obtidos a partir de suas aplicações, é que irão fornecer o critério para a sua aceitação ou não. Instala-se, assim, um processo de discussão permanente entre a teoria e a prática.

A introdução dos computadores nas escolas, independente do tipo de filosofia de ensino utilizada, está cada vez mais obrigando a reexaminar os currículos. Exige-se, para isso, currículos mais flexíveis que permitam a aquisição de conhecimento individual e independente, desafiando não só o sistema de ensino tradicional, mas também a filosofia educacional predominante.

O objetivo deste capítulo foi apresentar algumas das correntes pedagógicas que se destacam e, a partir de então, poder relacioná-las com os ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados que estão sendo utilizados no processo de ensino vigente no contexto.

## 2.3 Ambientes de ensino-aprendizagem computadorizados

### 2.3.1 Enfoque Algorítmico X Heurístico

Para auxiliar o processo de ensino-aprendizagem e, em decorrência da informatização das escolas, surgiram basicamente dois tipos de enfoques quanto ao uso do computador na educação. Eles têm recebido diferentes denominações [SAN91], sendo chamados de "ambientes fechados" X "ambientes abertos" [KIN90], ou "ambientes de enfoque algorítmico" X "ambiente de enfoque heurístico" [ESC89].

O primeiro se caracteriza pela existência de uma seqüência pré-definida de atividades de instruções e, é prevista pelo projetista que guia o usuário na aprendizagem. A transmissão do conteúdo se faz em pequenos blocos estruturados, partindo, gradualmente, de um ponto inicial até um domínio final.

Estes sistemas são desenvolvidos para uma área e nível específicos. O conteúdo se refere aos conceitos a serem fixados e/ou aprendidos em uma determinada disciplina e em um determinado momento.

O enfoque algorítmico é bastante fechado, mas pode chegar a propiciar boas situações de aprendizagem e fixação. A técnica utilizada para avaliar o objetivo previsto se dá, principalmente, através de uma série de exercícios. O êxito dependerá da boa qualidade do software aplicado.

Estes programas podem oferecer ambientes de ensino-aprendizagem semelhantes à salas de aula convencionais. Existem sistemas que se caracterizam pelo enfoque mecanicista da educação e, o objetivo deles, é tornar o ensino mais fácil, mais rápido e mais conveniente. São mais centrados nos objetivos de desempenho do que nos processos mentais que levam ao desempenho.

Estes softwares adequam-se perfeitamente à realidade do ensino comportamentalista. Eles usam ambientes de aprendizagem altamente estruturados, onde o programa controla os caminhos de aprendizagem. Mesmo rejeitando estes modelos como paradigma para a aprendizagem em geral, não se pode negar a sua utilidade para as situações onde a aprendizagem é automática.

O outro enfoque, então, é denominado de *heurístico*. Este é caracterizado pela exploração das atividades que propiciam o desenvolvimento de habilidades como estratégias de solução de problemas, estruturas cognitivas e a criatividade. A aprendizagem é feita por descoberta através da manipulação livre do sujeito no objeto da aprendizagem e, sob controle do próprio aluno.

Aquí, não é fornecido o conteúdo diretamente ao aluno. Este é quem, a partir da interação com um micromundo, prova suas hipóteses e descobre ou valida as regras em jogo. A atividade educativa não se autocontém, necessita de professores que dêem suporte, orientação e que atuem no processo de formalizar o conhecimento sem impor sua própria forma de pensar.

O professor, então, exerce o papel de guia, de facilitador, buscando ambientes significativos, onde o educando possa assimilar e integrar novos conhecimentos.

O ambiente com enfoque *heurístico*, se apresenta como mais condizente com as exigências da era da informação. Propicia aos alunos o desenvolvimento de habilidades de pensamento de alto nível, para analisar e sintetizar informação.

As abordagens humanista e cognitivista tem em comum a substituição do ensino diretivista pelo não-diretívismo. Se trata de um ensino renovador, com objetivos bastante parecidos. Por conseqüência, utilizam ambientes computadorizados similares com enfoque *heurístico* que auxiliam no processo de ensino-aprendizagem.

Os procedimentos utilizados são baseados, essencialmente, na aprendizagem piagetiana, sendo que o conhecimento da linguagem informática torna-se um

instrumento de exploração, não sendo, porém, o seu domínio o objetivo final. São utilizadas "ferramentas para aprender" e não mais "máquinas de ensinar" [BEH92].

Aquí, a construção de modelos é interativa, fundamentando-se em um ciclo de determinação de parâmetros, condições e estrutura. Segue-se a isto, a aplicação de testes e a experimentação, complementando com uma comparação como o desempenho real do fenômeno, quando for possível.

Este enfoque não exige o conhecimento de uma linguagem informática na manipulação dos sistemas e sim, na confecção destes. Segundo a classificação de Escobar [ESC89], este ambiente utiliza, basicamente, tutoriais, simulações e exercício e prática, modalidades do CAI que serão abordadas a seguir.

Por outro lado, os procedimentos heurísticos baseados essencialmente nas teorias piagetianas, tem como objetivo a aprendizagem por descoberta e exploração, através do conhecimento da linguagem informática. Este ambiente de aprendizagem pode utilizar alguns tipos de simulações, jogos educacionais, linguagens e ferramentas, mas tratando-se de ambientes abertos contribuindo, assim, no processo de ensino-aprendizagem que seguem uma linha humanista e cognitivista.

### 2.3.2 Modalidades do CAI

Segundo Stahl [STA91], uma das modalidades do CAI, são os denominados sistemas de *exercício e prática*. Estes se caracterizam por organização de conteúdo e atividades dirigidas a objetivos mensuráveis e com exigência de respostas pré-determinadas. Dâ-se ênfase, principalmente, à transmissão e assimilação de informação e, ainda, na aquisição de habilidades específicas.

A comprovação da compreensão da aplicação se dá através de uma série de exercícios, como o próprio nome diz e, como já foi dito, o sucesso do resultado dependerá do sistema que será utilizado.

O tipo *exercício e prática* é o software mais fácil de desenvolver e usar. Também é o mais criticado entre todos os tipos, especialmente pelos professores que consideram que os alunos devem construir seu próprio conhecimento. Por outro lado, como se trata de um tipo de aprendizagem onde as tarefas são quase sempre padronizadas, o objetivo principal é a fixação de conhecimentos, conteúdos e informações. Assim, estes programas tem a capacidade de ajudar o aluno, quando a proposta de trabalho for o desenvolvimento da memorização para automatizar habilidades de baixo nível.

Os professores preescrevem estes sistemas para que o aluno treine e pratique um conjunto determinado de habilidades em diferentes matérias.

Muitos educadores criticam este ambiente de ensino-aprendizagem, da mesma forma que é criticada a abordagem comportamentalista. Isto se deve à limitação na pedagogia (estímulo/resposta), por ser desnecessariamente cansativa.

Embora seja tentador, os programas de *exercício e prática* não devem ficar exclusivamente associados às classes tradicionais centralizadas no professor. Estes também podem ser usados de modo como é feito nas classes centralizadas na criança, isto é, um ambiente de exploração, onde estão disponíveis livros de exercícios para que os alunos pratiquem as habilidades em seu próprio ritmo e, ainda, no período que desejarem.

Outra forma do CAI - ensino assistido por computador - além dos softwares de *exercício e prática*, são os chamados *tutoriais*. Nestes, o controle do processo é feito pelo planejador (da mesma forma que nos tipos de *exercício-e-prática*) só que estes fornecem alternativas e níveis de complexidade de acordo com a capacidade do aluno. O desenvolvimento da aprendizagem do aluno é feita através do processamento da informação, sem privilegiar os níveis mais altos.

Estes softwares ensinam e controlam o progresso de aprendizagem. É a forma tecnológica de dar a cada aluno um tutor individual que é paciente, adequado

às necessidades do aluno, infatigável. Algumas vezes, aparece como um total substituto dos professores por ensinar uma área de conhecimento da mesma maneira que o professor na situação um-para-um mas, naturalmente existem diferenças cruciais.

O computador é uma máquina que foi programada para ensinar de forma quase humana, mas muito limitada. Muitos programas tutoriais assemelham-se aos diálogos socráticos, em que o computador fornece alguma informação e faz uma série de perguntas possíveis. O aluno tecla na resposta que foi preparada para o computador antecipar. Dependendo da natureza da resposta, o computador fornece mais informações e apresenta outras questões.

É evidente que, apesar da capacidade do computador interagir apresentando imagens, cores, movimento e sons, esses tipos de programas nada mais fazem que reproduzir a sala de aula convencional, ainda que de forma mais interessante que muitos professores.

O uso do computador como *tutor* tem sido percebido como uma concepção de educação para a pura reprodução, em que é adotado um único ponto de vista. Não se preocupa em desenvolver o espírito crítico e só analisa o comportamento.

Como era de se esperar, freqüentemente os críticos do *exercício e prática*, também o são dos *tutoriais*. A acusação recai sobre a pedagogia limitada e limitante, da mesma forma que a filosofia do ensino tradicional ou comportamentalista, onde o aspecto básico é o professor (no caso, às vezes só o computador). O objetivo é dirigir a classe a um resultado desejado, através de uma seqüência de perguntas que representam passos para chegar ao que foi proposto, sem explorar, por exemplo, as complexidades de um conceito.

Entusiastas desses programas replicam que isso só acontece quando os *tutoriais* são o único modo utilizado no ensino de um determinado conceito. Eles salientam que a mesma crítica pode ser direcionada aos já consagrados modos de ensino, como a exposição, o livro-texto e a demonstração.

Mesmo os tutoriais mais limitados podem ser muito úteis para introduzir ou rever um tópico. Eles podem constituir-se na tarefa perfeita para o estudante que perdeu uma aula básica e precisa recuperar o conteúdo rapidamente. Sob certas circunstâncias, alguns tutoriais até podem ensinar um conceito melhor do que o professor. Afinal, os *tutoriais* possibilitam a relação um professor para um aluno. Estes também permitem que o aluno siga seu próprio ritmo e dão oportunidade para responder a todas as perguntas do professor. Isto não acontece na classe onde se precisa esperar que uma ou duas perguntas sejam feitas especificamente a ele.

Uma nova forma de usar computadores no ensino, explorando técnicas de inteligência artificial, são os chamados *tutores inteligentes*. Estes se baseiam na idéia que a forma mais natural para aprender é no contexto de fazer, através de um ambiente de solução de problemas, numa situação de *tutor-tutelado*. O ensino toma a forma de uma simulação na qual as explicações estão embutidas.

O desenvolvimento de *tutores inteligentes* pode ser visto como a realização de uma forma mais individualizada de ensino. O programa procura identificar a estratégia usada e orientar o aluno a usar estratégias mais eficientes tendo, para isso, um componente sofisticado de manipulação de erros. Nessa perspectiva, os sistemas inteligentes podem ser encarados como *tutores inteligentes*, e dessa forma, contribuir para a aprendizagem, como será descrito mais detalhadamente na seção 2.4.1.

Sem dúvida, a nova geração de programas inteligentes deverá incorporar conceitos novos sobre aquisição, representação e manipulação do conhecimento do especialista. Também serão abordados aspectos como a solução de problemas de diferentes formas. Isto será possível a partir da interação usuário-sistema e, desse modo, se contribuirá eficazmente para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Na solução de problemas, tem que se ter muito cuidado, já que, às vezes, o problema proposto pode se encontrar em um grau de complexidade muito acima do que o aluno pode alcançar. Para isso, é preciso que o aluno compreenda que explicitar

sua dúvida pode ser de grande ajuda para clarificar seu raciocínio e, principalmente, não ter medo de errar.

As *simulações* também constituem uma das características principais no repertório do processo de ensino-aprendizagem. Através do computador podem ser criados tipos de simulações, por exemplo, as demonstrações, com sofisticação antes não imaginadas, infalíveis e fáceis de se usar. Essas demonstrações tornam-se atraentes até mesmo para o professor da escola de nível elementar, mais desastrado e avesso a ciências. Podem ser usadas, eficientemente, em diversas situações educacionais até mesmo as mais modestas demonstrações com computador. Estas são apropriadas para auxiliar o professor no ensino básico e também para ajudar os estudantes na revisão do assunto.

Existem inúmeras possibilidades de *simulações* assim como: simular o movimento planetário, estrutura atômica, sistema circulatório, relação entre distâncias, velocidade e aceleração, processos geológicos, relações genéticas, equilíbrio de reações químicas, cálculo da área sob uma curva, correntes oceânicas, cadeia alimentar, e assim por diante.

As *simulações* mais dinâmicas com computador, têm um especial potencial interativo muito mais rico do que as demonstrações no quadro-negro ou no retroprojetor. Na filosofia comportamentalista, o conhecimento adquirido e desenvolvido pelos indivíduos é resultado direto da experiência. Através das *demonstrações* este processo pode ser acelerado, pois as variáveis são manipuladas com mais facilidade, os efeitos são imediatos, os gráficos são mais nítidos do que as marcas com giz, e a superfície de trabalho é mais limpa do que o quadro cheio de rasuras.

Este ambiente apoia a aprendizagem, permitindo o estudo de processos, procedimentos e fenômenos que dificilmente poderiam ser ensinados em outra circunstância ou pelo uso de métodos de ensino tradicionais.

Infelizmente, na maioria dos casos, as *simulações* ficam restritas a regras precisas e a resultados pré-determinados.

Mas, dependendo do tipo de simulação, pode possibilitar uma abordagem mais intuitiva, ao invés de formal, permitindo um entendimento global do funcionamento do sistema, onde todas as variáveis podem interagir.

Ela pode ajudar a desenvolver a habilidade de solucionar problemas, desenvolver o conhecimento, e ensinar os alunos a serem usuários mais eficientes. Isto se dá através de tomadas de decisão para manipulação de modelos permitindo, dessa forma, a manipulação da realidade. A investigação por conta própria provoca uma reestruturação no comportamento do indivíduo, através da interação do aluno com o modelo, sem intervenção do professor.

Por isso muitos educadores consideram que elas são especialmente valiosas para o desenvolvimento do pensamento divergente. Dá-se ao aluno a oportunidade de explorar suas próprias respostas e a forma como elas são obtidas, em vez de se limitar às respostas do professor.

Uma característica importante dos programas de *simulação*, os *tutoriais*, assim como os de *exercício-e-prática* é que os professores com alguma experiência em programação podem criar suas próprias versões.

Então, um outro ambiente que pode ser mencionado, é aquele que é criado pelo próprio professor e dependerá do tipo de pedagogia adotada por ele, dando origem aos denominados *sistemas de autoria*.

→ Os *sistemas de autor* possibilitam ao professor criar novos materiais de ensino que poderão ser usados pelos alunos. Geralmente, os sistemas de autor pré-estabelecem a estrutura dos materiais a serem produzidos. Cabe ao professor, saber aproveitar ao máximo as possibilidades que os sistemas oferecem. O grande problema destes tipos de sistemas é que se encontra ligado ao momento de seleção do sistema

desejado. O professor necessita ter claro o que pretende, antes de adquirir o sistema, para que não fique limitado por ele.

Um sistema de autor contém, basicamente, dois módulos: um do professor, permitindo-lhe a criação de lições através de editores de texto, de gráficos, de animação, de imagens e de som e, outro do aluno para execução das tarefas. O sistema também prevê mecanismos para avaliação, tratamento de erro e *feedback* ao aluno.

Com muitos pontos em comum com as simulações e, apresentando um grande potencial para contribuir com a aprendizagem, tem-se os *jogos educacionais*. Este tipo de jogo é uma atividade de aprendizagem inovadora. Neste, as características do ensino apoiado pelo computador e as estratégias do jogo, são integradas para alcançar um objetivo educacional específico. Eles também propiciam exercício de solução de problemas que exige a aplicação de regras lógicas. O aluno aprende fatos, a fazer inferências e a testar hipóteses, a antecipar resultados, a planejar estratégias alternativas, e negociar com membros do grupo baseado no processamento de informação. Um jogo pode explorar fantasia, desafio, curiosidade e controle. Também pode oferecer oportunidades para o aluno desenvolver a lógica, raciocínio e habilidades de organização para resolver problemas interessantes.

Os *jogos educacionais* podem propiciar ao aluno um ambiente de aprendizagem rico e complexo. A *fantasia* é considerada muito importante pois, um ambiente fantasioso, é aquele que evoca imagens mentais ou situações físicas ou sociais que realmente não estão presentes. A fantasia se dirige às necessidades emocionais do aluno e encoraja a identificação com personagens ou contextos imaginários. Ainda tem a capacidade de proporcionar metáforas ou analogias que facilitem a compreensão e, conseqüentemente, a aprendizagem.

No que diz respeito a jogos, Dennis, Muiznieks e Steward [DEN84], estabelecem que existem jogos desenvolvidos pelos professores para uso dos alunos e,

também, jogos a serem desenvolvidos pelos próprios alunos. Estes autores citam alguns aspectos que são consequentes na aplicação de um jogo bem sucedido:

- 1) a motivação para os alunos;
- 2) a utilização de habilidades, tais como a comunicação, persuasão e manipulação de informações;
- 3) a exigência de vários tipos de conhecimentos - fatos, princípios, resultados de estratégias, estrutura do jogo;
- 4) a consciência da personalidade do aluno e seus valores pessoais;
- 5) a disposição para a tomada de atitudes por parte do aluno e;
- 6) a compreensão do problema proposto no desafio.

Os jogos, em geral, despertam mais interesse que as atividades consideradas tradicionais no campo da educação. Um jogo bem desenvolvido, que realmente desafie o aluno e, tendo elementos que já foram citados, tem boas chances de ser um sucesso.

As modalidades do CAI foram desenvolvidas especificamente para apoiar as diferentes pedagogias de ensino vigentes no contexto escolar. Mas por outro lado, existem ferramentas que não foram desenvolvidas com fins educacionais e, dependendo da forma como são utilizadas, contribuem de forma significativa em todo o processo de ensino-aprendizagem.

### 2.3.3 Ferramentas que auxiliam o processo de ensino-aprendizagem

Uma das grandes utilidades do computador no processo de ensino-aprendizagem, é como **ferramenta**, contribuindo numa forma de impulsionar as escolas

para uma verdadeira mudança. Para isso, também podem ser utilizados produtos genéricos de informática como *editores de texto*, *planilhas eletrônicas*, *linguagens de programação* e *gerenciadores de banco de dados* no apoio de atividades educativas. Nestes casos, cabe ao professor utilizar estes recursos com criatividade e adequá-los às necessidades da realidade. Caso contrário, eles só servirão para realizar tarefas relativas às abordagens de ensino convencionais, sem explorar nenhum processo cognitivo do aluno.

Por exemplo, as *linguagens de programação* são usadas na busca do desenvolvimento do raciocínio lógico. As linguagens mais difundidas no meio educativo são BASIC, PASCAL, PROLOG e, principalmente, a linguagem LOGO.

A linguagem PROLOG é muito usada para o desenvolvimento de sistemas inteligentes e aplicações educativas. Oferece um ambiente de ensino-aprendizagem que, através da programação lógica, leva o aluno a desenvolver habilidades cognitivas e metacognitivas.

O micromundo da linguagem LOGO pode desenvolver conceitos matemáticos muito importantes. A "geometria da tartaruga" abre novas possibilidades para o desenvolvimento cognitivo. Neste caso a exploração de um ambiente matemático para solução de problemas propicia a aquisição e a utilização de estratégias fundamentais para a construção do conhecimento.

Os *editores de texto* facilitam a criação e refinamento de textos pelos alunos, juntamente com os programas de correção ortográfica e gramatical, ou de editoração eletrônica.

A *planilha eletrônica* propicia um ambiente de solução de problemas matemáticos. Os alunos podem estabelecer fórmulas para solucionar problemas específicos com mais rapidez e precisão, e até simular diferentes resultados, pela simplicidade com que podem alterar números ou fórmulas de uma planilha.

Os *sistemas de gerenciamento de banco de dados*, são ferramentas de apoio ao desenvolvimento cognitivo. Permite a manipulação de dados, propiciando um ambiente exploratório para aprendizagem por descoberta. As possibilidades de incluir dados coletados, organizá-los, levantar hipóteses, testar novas idéias, avaliar resultados, é que levam à construção do conhecimento. Maiores detalhes serão dados na seção 2.4.5.

No entanto, a facilidade de uso de bancos de dados é fundamental para que o aluno possa dedicar-se inteiramente à manipulação dos dados, sem preocupação com o programa. Os comandos devem ser intuitivos, claramente percebidos, de modo que o ambiente seja simples e agradável. Os bancos de dados dão aos alunos uma forma de manipular a enorme quantidade de informação e, ainda, fornecem oportunidades para desenvolver estratégias para o pensamento crítico.

Nos últimos tempos, surgiu o *hipermeio*, uma aplicação que vem despertando grande interesse na área educacional pelo seu enorme potencial para o processo de ensino-aprendizagem. Este possibilita a exploração do conhecimento, permite que o aluno siga seu próprio caminho de aprendizagem, ligando uma idéia a outra. Assim, se oferece um novo paradigma para explorar grandes quantidades de informação de diferentes tipos.

Os *hipermeios* devem ser encarados sob três formas: *multimeios*, que é a capacidade de conter diferentes tipos de meios, hipertextos, gráficos, animações, seqüências de vídeo e sons; *colaboração*, que se refere à idéia de que as pessoas podem interagir enquanto criam e lêem documentos de hipertexto (por exemplo, em um sistema em rede muitas pessoas podem trabalhar simultaneamente, nos mesmos documentos) e, ainda, sistemas de *autoria* que consistem na própria criação de hipertextos. Na seção 2.4.2 é abordado este assunto mais detalhadamente.

Também, os *editores gráficos*, sejam para estatística, usados juntamente com as planilhas eletrônicas e os bancos de dados, ou os editores para desenho artístico ou técnico, auxiliam no desenvolvimento da criatividade, tornando mais

eficaz a comunicação de idéias. Outro recurso que pode ser usado neste ambiente de ensino-aprendizagem são os *editores de música*, pois estes proporcionam ambientes que incentivam à composição pelas facilidades que oferecem.

Com essa variabilidade de sistemas de ensino-aprendizagem, os computadores tornaram-se de suma importância para a educação. Mas, levando em conta o desenvolvimento da tecnologia, é preciso que os professores considerem como prioridade, o desenvolvimento cognitivo do aluno. Assim, se dará maior espaço para o desenvolvimento de habilidades intelectuais no indivíduo para a solução de problemas, através da descoberta.

Finalmente, pode-se enfatizar a grande responsabilidade do professor, "facilitador", já que lhes cabe criar ambientes apropriados de ensino-aprendizagem computadorizados, utilizando e explorando adequadamente os recursos disponíveis no mercado. Como conseqüência, a interação ativa do aluno com o computador, durante a aprendizagem, faz com que este construa e desenvolva o seu conhecimento.

A evolução do processo educacional, considerando a introdução do uso dos computadores nas escolas, acarretou mudanças significativas nos padrões de ensino e aprendizagem. Fruto disso é a implementação de um modelo centralizado no aluno, com tendência para a individualização e a personalização. Isso significa que os métodos de ensino tradicionais apresentados, estão sendo ultrapassados por métodos que se adequam mais com a realidade. Isto é, métodos que preparam os alunos para uma vida de aprendizagem e descoberta, desenvolvendo a capacidade de aprender.

A partir deste pensamento, surge a educação flexível, aberta e à distância, dando liberdade ao aluno para que este descubra a sua própria capacidade, seu ritmo e que construa o seu conhecimento, de acordo com as suas necessidades.

Assim, esta nova era, dedica-se à construção de um conjunto de modelos computacionais que desenvolvem a cognição dos indivíduos. Para isso, é necessária a

criação de uma nova teoria, que utilize tanto a área educacional quanto a informática, podendo ser denominada de *aprendizagem computadorizada* [BEH93].

#### 2.3.4 Desenvolvimento de uma teoria da aprendizagem computadorizada

Um dos aspectos de inovação na educação é o ato de entender que as estruturas cognitivas tem que ser desenvolvidas através da aprendizagem.

O desenvolvimento destas estruturas está intimamente ligado ao confronto de problemas, colocando o indivíduo frente à situações novas e desafiadoras. Segundo Fuerstein [GAM92] este utiliza sua capacidade de se basear em experiências previamente adquiridas para enfrentar esse tipo de situação. Dessa forma, é gerado um questionamento quase ininterrupto no indivíduo que o leva à reorganização das suas próprias estruturas intelectuais.

Neste sentido, a inteligência é mais do que a habilidade superior de encontrar respostas; também é a possibilidade de questionar e refletir estas experiências de forma crítica.

De acordo com os pesquisadores Fuerstein e Guilford [GAM92] qualquer tipo de aprendizagem acarreta mudanças no comportamento dos indivíduos. Isso não significa, necessariamente, que estas sejam acompanhadas de melhorias a nível cognitivo.

O computador representa um grande avanço na moderna informática educativa, pelo fato de que este se tornou uma ferramenta básica para o desenvolvimento das habilidades cognitivas.

Segundo pesquisas recentes citadas no trabalho de [GAM92], esta aprendizagem traz consigo um estilo próprio e, esta é a que provoca mudanças nas estruturas cognitivas do estudante. Um dos grandes desafios dos pesquisadores é a

identificação destas mudanças; quando e de que forma acontecem. A definição que estes pesquisadores deram ao conceito de estilos cognitivos é que constituem conjuntos de regras para a seleção e organização das informações percebidas, sendo que a identificação destes é o meio através do qual se processa o pensamento do indivíduo. Mas, o conceito de "Estilo de Aprendizagem", é definido de inúmeras formas por pesquisadores. A maior parte deles coincide na idéia que se trata de **como a mente processa a informação ou de que forma ela é influenciada pelas percepções de cada indivíduo** [GAR92]. Nesta abordagem só será apresentada a definição de Keefe (1982), citada em [GAR92] que diz que o *"Estilo de Aprendizagem são as características cognitivas, afetivas e fisiológicas que se manifestam no indivíduo e servem como indicadores relativamente estáveis percebidas pelo docente que interage e responde ao seu ambiente de aprendizagem"*.

A partir do estudo destas definições, deduziu-se que é muito difícil encontrar um estilo de aprendizagem que melhor se adapte aos alunos, que siga uma teoria educacional consistente e que explique o processo de desenvolvimento cognitivo. Com a introdução do uso do computador na sala de aula, desenvolveram-se modelos computacionais direcionados às preferências e Estilos de Aprendizagem do indivíduo. Neste caso e, como já visto, o modelo que está cada vez mais sendo direcionado para um contexto de individualização do aluno, é o **tutor inteligente**. Mas, apesar disso, é ainda difícil conciliar o ensino auxiliado por computador com as grandes correntes pedagógicas. Por essa razão, concluiu-se nas investigações de [GAR92] que as metodologias atuais que explicam e predizem os desempenhos educativos são ainda inapropriadas. Começou-se, então, a questionar as teorias já existentes que explicam o processo de aprendizagem.

No trabalho apresentado por [GAM92], chegou-se a conclusão que existe a necessidade de uma nova teoria que utilize tanto a área educativa quanto a computacional e, por isso, criou-se o conceito de **aprendizagem computacional**.

A Ciência da Computação entrou com seu grande poder e influência na sociedade exigindo, cada vez mais, melhores princípios teóricos e metodológicos ba-

seados em uma nova teoria geral da aprendizagem e da inteligência. Segundo o pesquisador John Self [GAM92], a criação da nova disciplina seria denominada de **Ciência Matética Computacional** (matética vêm do grego "manthanein" e significa "aprender"), e teria a função de estudar os princípios teóricos entre a aprendizagem e o ensino automatizado em ambientes computacionais. Ainda, serviria para orientar o modelo de sistemas inteligentes que ensinam e aprendem, entre outros objetivos. Enfim, ela se refere ao "estudo da aprendizagem e como pode ser estimulada empregando técnicas, conceitos, e princípios da informática e da IA". Estas duas teorias apresentadas levariam a obter melhores resultados tanto do ponto de vista da aprendizagem autônoma e da estimulação da inteligência como do ensino automatizado.

Por outro lado, a professora Rosa M. Viccari da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, levantou a discussão no Simpósio da Sociedade Brasileira para a IA SBIA91 sobre os produtos da aprendizagem (tais como o conhecimento, crenças, perícias), formas de aprendizagem (instrução, exploração, reflexão), estratégias tutoriais e formalização dos princípios tutoriais. Viccari também propõe identificar os princípios teóricos e metodológicos do ponto de vista da Psicologia Cognitivista, pesquisar a aplicação de técnicas de aprendizagem em tutores inteligentes.

Outro pesquisador envolvido nesta área é James Albus e este, esquematizou um modelo que integra as investigações e desenvolvimentos a partir da engenharia do conhecimento tanto nos sistemas naturais quanto nos artificiais. Ele defende a idéia da construção de uma nova teoria geral da inteligência como condição básica, para que seja possível o desenvolvimento rápido da construção de sistemas inteligentes, que tenham um alto e exitoso desempenho. Como base para o desenvolvimento do esquema deste modelo, ele se apoiou no conhecimento derivado de diferentes áreas como a da Neuroanatomia (mapas cognitivos), neurofisiologia (redes neurais), Psicofísica (chaves de percepção), Linguística Computacional, Investigação Operacional, Teoria dos Jogos, a Teoria das Comunicações, etc. Albus estrutura-se sobre uma série de axiomas, teoremas, hipóteses e definições seguindo a sistemática

de definição de um modelo para provar a sua proposta. Também reelabora uma definição de inteligência em várias dimensões: habilidades, percepções, reconhecimentos, tomada de decisões, comportamentos, atitudes, além de outras tantas. Como foi visto, este modelo tenta fazer um apanhado geral de diversos ramos e conhecimentos, apresentando uma arquitetura sistêmica com grandes possibilidades de aplicação em sistemas informáticos educativos de comportamento inteligente e autônomo. Apesar disso, observa-se uma deficiência no modelo teórico por este não ser suficientemente completo. Isto significa que este não possibilita a construção segura de sistemas inteligentes a nível matemático, segundo a Teoria Geral de Sistemas citada no trabalho do [GAM92] e apresentada pelos autores L.V.Bertalanfy e G.Klir.

Em termos gerais, os requisitos de base que a nova teoria deveria satisfazer, abrangendo as Teorias Gerais da Inteligência e da Aprendizagem seriam:

\*\* ter um grande poder de explicação dos processos da inteligência e da aprendizagem respectivamente;

\*\* ter um grande poder de explicação do comportamento e desempenho do estudante e dos resultados educativos;

\*\* permitir o desenvolvimento de melhores métodos para o ensino e a aprendizagem;

\*\* favorecer o desenvolvimento de novas estratégias tutoriais para sistemas de aprendizagem e ensino automatizados;

\*\* facilitar a compatibilidade de experiências e conhecimentos entre diferentes espaços, isto é, homem, máquina, interação homem máquina e outras inteligências, etc;

\*\* possibilitar a construção de sistemas de inteligência (biológica, humana, animal), em sistemas artificiais inteligentes;

\*\* aproveitar adequadamente as Tecnologias de Informação e de Conhecimentos e;

\*\* possibilitar o projeto e construção de melhores modelos computacionais que simulem o processo cognitivo.

Segundo Berstein, citado no trabalho de Gama [GAM92], em termos pedagógicos a nova teoria teria que:

\*\* fazer abstrações de relações sociais e institucionais explícitas;

\*\* não exigir um controle público explícito;

\*\* fazer com que o docente seja líder, facilitador e gerenciador de conhecimentos.

Existe uma metáfora amplamente divulgada que, segundo Thinkomorov, diz que o computador pode ser considerado como o amplificador do cérebro humano. Nesse sentido acredita-se que o novo sistema de aprendizagem com o apoio do computador inteligente pode funcionar como o amplificador da aprendizagem humana com relação às possibilidades de simular ambientes de aprendizagem e os estilos personalizados correspondentes.

A partir deste tipo de pensamento, o computador passa a assumir o novo papel de **ferramenta cognitiva**, tendo a Inteligência Artificial como base fundamental. Mas, ainda serão apresentadas algumas das tecnologias que estão sendo desenvolvidas e que possuem um alto potencial para serem integradas à educação.

## 2.4 Tecnologias mais avançadas com potencial para a educação

### 2.4.1 Inteligência Artificial

Uma linha de pesquisa e desenvolvimento que atualmente está provocando um interesse crescente nos especialistas da Informática Educativa é o projeto e realização de sistemas didáticos inteligentes. A Inteligência Artificial (IA) é orientada à modelagem e simulação do comportamento humano, especialmente as denominadas condutas inteligentes, como, por exemplo, a solução de problemas e a comunicação em linguagem natural [OLI92].

Segundo o pesquisador Pardo [PAR92], o problema da organização e direção do processo de ensino e aprendizagem, assim como os aspectos psicológicos e pedagógicos, ainda constituem um domínio pouco formalizado. Dessa forma, pode-se concluir que a aplicação das técnicas da Inteligência Artificial na esfera educacional resulta tanto conveniente quanto necessária.

Nos últimos tempos, uma das áreas que mais se destacou no campo da IA pelo elevado índice de desenvolvimento e reconhecimento é a dos **sistemas inteligentes**, orientados a apoiar a tomada de decisão. Esta é feita sobre a base de conhecimento obtido a partir de consultas realizadas em humanos. Um **sistema inteligente** é um programa de IA que incorpora uma base de conhecimentos e um mecanismo para produzir inferências, que lhe permitem atuar como um consultor ou conselheiro no domínio de interesse, capturando o conhecimento de um ou mais especialistas.

Um dos principais pontos de contato entre as áreas de Aprendizagem de Máquina e Sistemas Tutores Inteligentes localiza-se em um nível teórico. Isto se refere a um nível de princípios gerais que descrevem os processos de ensino/aprendiza-

gem em sistemas computacionais, de um lado, e que direcionam a construção de sistemas que ensinam/aprendem, de outro.

Para poder desenvolver uma sessão interativa de ensino, é necessário que o programa disponha de representações do assunto em estudo, do nível de conhecimentos do estudante e da metodologia utilizada para o ensino. Estes três fatores podem ser caracterizados pelo "o quê", "quem" e "como" [OSH85]. Ao longo de toda a aprendizagem existirá um objetivo pedagógico a ser alcançado e um conjunto de características no estudante. Os seguintes passos são repetidos até que o objetivo proposto é atingido:

- \* Uma nova tarefa é formulada, levando em conta a estratégia de ensino e o estado atual do modelo do estudante. Neste contexto, denomina-se "tarefa" toda a informação que demande uma resposta por parte do aluno.

- \* A resposta do estudante é captada e comparada com o conjunto solução apropriado, a fim de elaborar um diagnóstico dos possíveis erros cometidos.

- \* O modelo do estudante é atualizado sobre a base dos resultados do diagnóstico.

Um sistema didático inteligente pode ser estruturado seguindo o modelo anterior, como um conjunto de componentes inter-relacionados, onde cada um pode ser compreendido como um sistema experto [IBR89], destinado a gerenciar algum dos aspectos do modelo:

- \* Sistema experto para a solução de problemas no assunto em questão (SESP);

- \* Sistema experto para o diagnóstico de erros (SEDE);

- \* Sistema experto para direcionar o processo de ensino, de acordo com determinadas estratégias tutoriais (SEET).

O sistema experto para a solução de problemas (SESP), tem como finalidade a produção de uma determinada amostra dentro de um possível conjunto de soluções para o problema em questão. Este componente do sistema didático inteligente, pode ser composto por:

a) Um sistema experto propriamente dito, elaborado a partir das técnicas de engenharia do conhecimento, no caso em que o assunto em estudo esteja pobremente formalizado.

b) Um solucionador de problemas para o caso de um assunto bem formalizado.

c) Um programa para a busca e seleção de uma possível solução, no caso em que o tutorial esteja baseado em um conjunto de problemas que foram resolvidos de ante-mão e suas soluções foram codificadas como uma estrutura de informação.

O sistema experto para o diagnóstico de erros (SEDE) tenta esclarecer as concepções falsas do estudante a respeito do assunto em estudo. Esta função baseia-se no estado atual do modelo de conhecimentos do estudante e no resultado de comparar sua resposta com a que é proporcionada pelo SESP.

O sistema experto que direciona o processo de ensino de acordo com as estratégias tutoriais (SEET), encarrega-se de gerenciar as restrições impostas pelo material de estudo dado. Este componente forma, de acordo com o objetivo pedagógico atual, a próxima tarefa do estudante, a qual é simultaneamente apresentada ao SESP. Em seguida, o SEDE compara a solução do estudante com a que foi fornecida pelo SESP. Examinando as diferenças, o SEDE trata de definir as causas dos erros. O resultado do diagnóstico pode, então, modificar o estado atual do modelo do estudante e, logo depois, o controle retorna ao SEET. Este verifica se o objetivo proposto foi atingido e, em consequência disso, forma uma nova tarefa. Para a comunicação com o estudante, é necessário dispor de uma interface que

forneça facilidades para a manipulação de textos, cores, gráficos, análise e geração de linguagem natural, etc.

O sistema didático inteligente utiliza diferentes bases para representar os conhecimentos relacionados com o funcionamento de seus componentes:

- \* base de conhecimentos sobre o domínio do problema;
- \* base de conhecimentos sobre as tarefas de estudo;
- \* modelo do estudante;
- \* base de conhecimentos sobre diagnóstico de erros;
- \* base de conhecimentos sobre as estratégias tutoriais.

As bases de conhecimentos não serão discutidas nesta abordagem. Cabe então, destacar que as novas pesquisas na área de IA propiciam uma abertura de horizontes para o campo da informática.

A criação de sistemas especialistas (SE) é um assunto muito complexo, que demanda uma forte fundamentação em diversas áreas afins. É por essa razão, que para desenvolver este tipo de sistema, resulta conveniente fazer um trabalho interdisciplinar. Nesta, deverão constar especialistas dos campos da pedagogia, psicologia educacional, desenho gráfico e artístico, programação, além do projetista e um especialista sobre a matéria que será o objeto de estudo [PAR92].

A partir de então se constrói o SE que passará por diversas etapas apoiadas pelas devidas ferramentas computacionais. Mas, apesar disso, estes sistemas não são totalmente confiáveis pois, provavelmente, eles possuem muitas falhas no campo da psicologia educativa, já que não existe ainda, um domínio completo da forma como o estudante aprende e na elaboração do modelo de seus conhecimentos.

## 2.4.2 Hipermeios

Dois caminhos antes independentes, como eram a educação masiva e institucional por um lado, e por outro a pesquisa de novos métodos tecnológicos de desenvolver conhecimentos, tem sido unidas com a idéia de dar lugar a novas formas de ensinar que, juntamente com a técnica de hipermídia, permitem dar apoio ao processo de ensino, criando espaços cooperativos para motivar a aprendizagem.

Pode ser observado que, apesar do computador ser uma ferramenta bastante flexível que é capaz de desenvolver as estruturas cognitivas, atualmente, o desenvolvimento de softwares educacionais tem favorecido os níveis mais baixos das habilidades mentais e da aquisição do conhecimento, isto é, a maioria do potencial que a hipermídia pode oferecer na área educacional tem permanecido inexplorada.

Os sistemas de hipermídia permitem um alto grau de interatividade, maximizando a idéia de que quem aprende consiga construir seu próprio caminho de conhecimento. Isto é possível pois a transmissão de informação é flexível e não estática. Estes oferecem diversas formas de comunicação, assim como o texto, a cor, gráficos, animações, video e som em uma única apresentação do computador. Desta forma, através da hipermídia, se está criando um meio híbrido e capaz de tornar ouvintes passivos em pensadores motivados e ativos. Quanto ao hipermeio há considerações importantes a serem ressaltadas, como o fato de que o processo de construção e uso do hipermeio pode ampliar o acesso de uma pessoa à sua memória de longo prazo e permite também que cada indivíduo defina as ligações e os nós do hipertexto, respeitando o seu próprio modelo mental [MEN92], entre outras funções.

Enfim, pode-se dizer que a hipermídia, dependendo de como ela é desenvolvida, poderá ser a ferramenta base para a revolução do ensino, servindo como auxiliar tanto dos educadores como dos alunos permitindo, assim, que o usuário possa explorar a informação apresentada de diversas formas, ao invés de simplesmente recebê-la, memorizá-la e transmití-la.

Segundo Kozma, o hipermeio passou a ser uma ferramenta cognitiva, porque este pode auxiliar o aprendiz em tarefas complexas e processos cognitivos de forma a reduzir a sobrecarga cognitiva desse aprendiz e ainda, liberá-lo para a execução de outros processos cognitivos de maior complexidade.

Dede [DED87] considera o hipermeio um amplificador cognitivo, porque permite que o indivíduo expresse os conceitos e as ligações entre esses conceitos da forma como estão armazenados na sua memória de longo prazo. O indivíduo, utilizando o hipermeio e colocando assim os seus conhecimentos para fora, pode navegar pelo hipertexto através de caminhos alternativos de nós e ligações, buscando a seqüência que seja mais significativa para ele.

Apesar dos princípios cognitivos de aprendizagem sugerirem que os indivíduos não construam o conhecimento de forma semelhante, a maneira em que se encontram arrumados os textos implica numa leitura seqüencial.

Neste ambiente, os aprendizes devem ter a possibilidade de determinar qual é a informação necessária às suas necessidades assim como qual é a seqüência de apresentação que é mais significativa para cada um deles. Esse é o objetivo principal que justifica a utilização do hipertexto direcionado à educação. O hipertexto é um princípio de apresentação de texto que permite que este seja localmente modificado de forma a atender as necessidades individuais e que ocorra a ruptura de tendência ao processamento seqüencial. Assim, através desta nova tecnologia os aprendizes podem modificar tanto a seqüência quanto a aparência do texto que estão lendo.

Então, o surgimento da hipermídia na área educacional serviu como um dos meios capazes de solucionar alguns problemas na educação. Esta permitiu utilizar uma linguagem natural com as máquinas, utilizando os sentidos, visão, audição e tato, e o diálogo entre homem-máquina tornou-se mais intuitivo, espontâneo e agradável [ROC92].

Assim, para a aquisição e transferência do conhecimento foram utilizados diferentes tipos de meios, facilitando a comunicação e a assimilação da informação e ainda, ampliando a capacidade do aluno de reconhecer, compreender e lembrar a informação.

Segundo Guedes e Aragón [GUE91], neste tipo de uso, um sistema de hipermídia apresenta muitas vantagens, entre elas podem citar-se as seguintes:

- \* aceleração do processo de aprendizagem;
- \* criação de ambientes para o aluno explorar;
- \* recuperação de informações relevantes no ato de recordação;
- \* facilitação do trabalho cooperativo e da troca de experiências.

Apesar de todas estas vantagens que justificam o uso em situações diversas de ensino-aprendizagem, algumas limitações foram apontadas por Barker [BAR87]:

- \* dificuldade para o desenvolvimento de software, por sua complexidade e pelo tempo gasto;
- \* custo muito alto, especialmente quando inclui recursos sofisticados;
- \* falta de padronização de interfaces para conexão e controle de periféricos.

Como pode ser visto então, estas tecnologias de informação e comunicação são ferramentas cognitivas que atualmente oferecem uma resposta satisfatória no que se refere à flexibilidade, interatividade, qualidade e personalização no ensino. Os caminhos que serão seguidos, são direcionados à utilização do livro e da aula eletrônica.

### 2.4.3 Telemática

Históricamente, o ensino à distância têm estado muito ligado ao ensino por correspondência. Mas a introdução de tecnologias modernas como a fibra ótica, os satélites de comunicações e as redes de computadores, entre outras, foram as razões de repensar o enfoque clássico deste tipo de ensino, abrindo novas perspectivas e oportunidades educativas [GAL92].

Tradicionalmente, segundo alguns autores citados em [GAL92], como Beaudouin, Keegan e Moore, o ensino à distância era visto como uma modalidade educativa onde o estudante estava fisicamente separado do professor, separado dele no tempo e, onde o estudante aprendia independentemente do contato com o professor ou com outros alunos. Por outro lado, Barker, Frisbie e Patrick, trataram de adaptar a definição clássica de ensino à distância, ampliando as suas fronteiras às novas tecnologias e, em especial, às telecomunicações. A distância no tempo, ficou superada em múltiplas ocasiões, de forma que foi possível apresentar uma nova taxonomia que leve em conta outros tipos de relações professor-aluno. Entre elas:

1) O ensino à distância baseado na *correspondência*, onde o estudo por correspondência pode ser baseado exclusivamente em materiais escritos, apoiados por audio e video ou ainda, sem comunicação em tempo real;

2) O ensino à distância baseado nas *Telecomunicações*, onde a comunicação pode ser bidirecional por computador, por audio, audiográfica ou ainda, por vídeo.

Pode-se destacar assim, que as novas tecnologias em geral e, a telemática em particular, obrigaram a ampliar a definição de ensino à distância, fazendo distinção entre as duas categorias apresentadas. No ensino à distância baseado nas Telecomunicações destacam-se as *comunicações bidirecionais em tempo real*, obtidas através de diversos recursos tecnológicos que possibilitam a interatividade e o diálogo, aumentando a qualidade dos processos educativos.

A busca da qualidade converteu-se em um dos motores mais ativos nas áreas industriais e de diversos serviços da atualidade. Na educação, iniciou-se um questionamento sobre este assunto, reflexionando e adaptando estas novas tecnologias, visando o melhoramento e a inovação educacional.

Muitos autores e especialistas do ensino à distância, traçaram as linhas de controle de qualidade, definindo os critérios de avaliação [GAL92].

Segundo Barache, existem algumas características fundamentais para descrever o "serviço completo do ensino à distância":

1. Informação correta oferecida a todos os que desejam relacionar-se com a instituição, com o ensino à distância e, com o curso oferecido pela Instituição (anúncios, folhetos, informações, telefonia,...);
2. Orientação Ética para auxiliar o candidato a escolher o curso adequado, compatível com seu nível de instrução, seu objetivo de se matricular no respectivo curso e seu grau de motivação para promover a auto-aprendizagem;
3. Formalidades da matrícula (contrato, obrigações, condições de pagamento, período de provas,...);
4. O processo de auto-aprendizagem baseado na utilização de materiais didáticos, facilitados pela instituição;
5. A relação contínua entre a instituição e o aluno para comprovar e controlar a correta evolução do processo de aprendizagem;
6. Motivação da instituição e relação administrativa para ajudar o estudante a continuar seus estudos sem deixar que o aluno se desestimele. Isto supõe um processo real de comunicação entre a instituição e o aluno com muito esforço para descobrir e compreender as dificuldades do mesmo em seu ambiente;

7. Apoio ao final do curso, para as decisões práticas relacionadas com a conclusão do período de aprendizagem.

Este autor, ao relacionar este assunto com as novas tecnologias, defende a idéia que uma adequada utilização dos novos meios tecnológicos podem ser capazes de eliminar algumas das falhas de qualidade dos centros de ensino à distância por correspondência.

Por outro lado, existe o problema dos critérios necessários para fazer a seleção dos meios utilizados para o ensino à distância. Segundo Bates (1990) [GAL92], da Opening Learning Agency, existem alguns fatores fundamentais para decidir o uso ou não, de uma determinada tecnologia:

1. Acesso (*Acess*): o local onde os alunos vão estudar: em casa, no trabalho, em centros locais, etc;

2. Custos (*Costs*): capital fixo ou variável;

3. Funções Docentes (*Teaching Function*): requisitos para fazer a apresentação do assunto, enfoques requeridos para o ensino e a aprendizagem;

4. Interatividade e cordialidade com o usuário (*Interaction and user-friendliness*): que tipo de aprendizagem favorece esta tecnologia? Os estudantes e os professores precisam de muita informação para usar esta tecnologia?

5. Organização (*Organization*): que tipos de mudanças são necessárias realizar na organização, para facilitar esta tecnologia?

6. Novidade (*Novelty*): até que ponto a introdução desta tecnologia estimulará a economia e a inovação?

7. Rapidez (*Speed*): com que rapidez e facilidade é possível trocar e atualizar este material? Com que rapidez podem ser produzidos cursos com esta tecnologia?

Estes critérios permitem refletir sobre a utilização das novas tecnologias no ensino à distância. O "acesso" fica indiscutivelmente muito melhorado e se facilita, ainda mais, com o correio eletrônico. O mesmo, pode-se dizer da interação, a organização, novidade e rapidez. Por outro lado, o custo é uma dificuldade que ainda está impedindo uma melhor utilização destes sistemas tecnológicos educacionais.

A educação é, sem dúvida, um processo interativo que nem sempre é fácil e que apresenta dificuldades específicas no caso do ensino à distância. Existem autores, como Daniel e Marquis, Morgan, Fage, entre outros [GAL92], que estão tratando de juntar a interatividade, necessária em todo o processo educativo, com a independência, típica do ensino à distância. Além disso, estão interessando aspectos como estimular os alunos para que sejam ativos, aumentar a comunicação entre alunos e tutores, aumentar o feedback entre tutores e estudantes e, aumentar as oportunidades de contato local entre tutores e alunos.

Segundo Gagne, a verdadeira interatividade consistiria na estimulação do pensamento do indivíduo, nos níveis de análise, síntese, avaliação, etc [GAL92].

As modernas tecnologias bidirecionais, permitem este tipo de interação professor-aluno e, alunos entre si. Cabe destacar, a importância do "diálogo" nos processos de interatividade em geral, e no ensino à distância, em particular. O conceito de diálogo têm, pelo menos três significados:

- é sinônimo de conversa ou comunicação;
- descreve formas escritas de uma conversa;
- descreve o processo no qual representantes de grupos de interesse, trocam idéias (Evans e Nation, 1989).

Estes três significados, tem sentido dentro do ensino à distância, apesar de usar o termo, geralmente, para indicar as comunicações que tem lugar entre professores e alunos. "Diálogo" inclui a idéia de que os humanos que se comuni-

cam, estão comprometidos ativamente na construção e troca de significados e não, simplesmente na transmissão de mensagens.

A telemática e o correio eletrônico vão conseguir que as "clássicas" divergências de enfoque, entre os autores procedentes do ensino programado e, os diversos enfoques do ensino à distância, possam ser superados. Graças a estes dois recursos mantém-se "a distância" e se pratica "o diálogo".

Como pode ser visto, este caminho não é fácil, mas atualmente já existem inúmeras experiências e suficientes pesquisas que estão sendo desenvolvidas em todo o mundo, abrindo novas perspectivas na educação, a fim de inovar as formas de aquisição do conhecimento.

#### 2.4.4 Robótica

O estudo deste assunto foi baseado no trabalho de [DAB92]. O uso do computador, como ferramenta educacional, pode se tornar mais interessante se são associados a este, periféricos capazes de torná-lo mais interativo no ambiente educacional onde se insere. O computador pode se comunicar com o mundo externo, interfaceando-o com determinados tipos de dispositivos. Dependendo do seu tipo, o computador pode ser utilizado para fazer mais coisas além de executar programas que fazem contas ou produzem textos. Pode ser interfaceado com dispositivos eletromecânicos que permitem o controle de uma caneta, uma tartaruga de solo, a presença ou não de uma fonte de luz, a temperatura de um material, o peso de um objeto, etc.

Em resumo, que podem estar associados ao computador, periféricos que passam a se comportar como seus "braços", "pernas" e seus "olhos". Em outras palavras, pode se dar "músculos" ao computador. Assim, são criados ambientes educacionais onde o fazer seja também enfatizado como meio de aprender.

Os dispositivos como traçador gráfico, tartaruga mecânica de solo e interfaces para controle de: motores de corrente contínua, motores de passo, sensores de temperatura de força, etc, estão sendo desenvolvidos em diversas instituições do mundo todo, com o objetivo de utilizar a máquina como ferramenta educacional.

O traçador gráfico e a tartaruga mecânica, têm componentes mecânicos que possibilitam a geração de movimento e, componentes elétricos, que permitem o controle através do computador. Portanto, podem possuir na parte mecânica, componentes como motores, solenóides, sensores e lâmpadas.

Durante o processo de desenvolvimento de dispositivos eletromecânicos, as interfaces podem ser usadas como meio de comunicação entre o computador e os componentes elétricos isoladamente.

Neste estudo, se dará ênfase ao projeto de desenvolvimento do Logo, do Núcleo de Informática Aplicada à Educação (NIED), da Unicamp. As instruções que comandam a tartaruga na linguagem Logo são controladas através do microcomputador. As pessoas que sabem programar em Logo, podem escrever procedimentos para controlar os dispositivos eletromecânicos, uma vez que este projeto guarda todas as características do Logo tradicional. Programar dispositivos significa programar em Logo, com um elenco de primitivas maior.

Alguns dispositivos eletromecânicos como: traçador gráfico (plotter) e a tartaruga de solo (tame) estão sendo desenvolvidos no NIED. Além disso, estão em andamento as interfaces de comunicação para, através de microcomputadores poder controlar: traçador/tartaruga, componentes elétricos LEGO (sensor de toque ou de luz, motor e lâmpada) e componentes eletrônicos (termopar, célula fotoelétrica, fotodiodo e sensor de força).

Um traçador gráfico interfaceado com um micro, poderá permitir que este último, passe a ser uma extensão do tradicional lápis e papel. Assim, a máquina é

capaz de controlar uma caneta, gerando figuras com rapidez e eficiência, difíceis de se obter usando a régua e o compasso.

A tartaruga de solo, portadora de uma caneta interfaceada com um microcomputador, permitirá que os deslocamentos da tartaruga de tela do Logo, sejam reproduzidos no solo, podendo ajudar alunos a entender conceitos geométricos e espaciais mais rapidamente. Se além da caneta, a tartaruga for portadora de um sensor, ela poderá contornar objetos, o que levaria os alunos a escreverem programas mais elaborados e, tornaria mais interessante a atividade de programar computadores.

A interface de comunicação microcomputador dispositivos LEGO, permite o controle de componentes elétricos LEGO (motor de corrente contínua, sensor de luz, sensor de toque e lâmpada). A interface possibilita o controle de montagens (máquinas e animais) feitas com peças LEGO, desde que estas possuam um ou mais componentes elétricos LEGO que se conectem à ela.

A interface entre os computador e os componentes eletrônicos, permitirá que o sinal captado do mundo externo por qualquer um desses elementos, seja lido pela máquina. Uma vez lido o sinal, o computador poderá, por exemplo, plotar na tela do monitor de vídeo a curva temperatura versus resistência de um objeto.

Na metodologia de construção de qualquer dispositivo para fins educacionais, não se deve perder de vista o objetivo principal, que é construir o periférico que irá participar do processo de aquisição do conhecimento. Este deverá propiciar ao aluno, condições para que o processo de ensino e aprendizagem aconteça da forma mais interativa possível.

Do ponto de vista técnico, a construção e interfaceamento de dispositivos requer o desenvolvimento de um sistema mecânico, de software e hardware. Porém, um dispositivo educacional deve possuir algumas características, que o difere de um dispositivo profissional.

Em primeiro lugar, ele deve ser simples e capaz de ser produzido a custos baixos, permitindo a sua implantação nas escolas. Além disso, deve ser robusto para que a sua utilização nas escolas possa ser feito por uma grande quantidade de alunos, sem danificá-lo. E, finalmente, deve ter uma mecânica simples, capaz de ser entendida pelos alunos e que permita uma manutenção rápida.

Assim, com o desenvolvimento destes novos recursos, dá-se abertura para a inovação do processo educativo, contribuindo para a criação de ambientes de aprendizagem mais ricos e, utilizando o computador como principal ferramenta educacional.

#### 2.4.5 Sistemas de Tratamento e Recuperação de informação de B.D

Uma outra prática pedagógica que pode ser citada em [SAN92], voltada para a construção do conhecimento, implica em entender que para ocorrer a aprendizagem é preciso colocar situações suscitadoras da atividade estruturante do indivíduo e, além disso, mobilizar o sujeito. Isto significa que este, ao enfrentar um problema, formula alguma hipótese, compara, exclui, ordena e categoriza dados, reformula sua hipótese, procura irregularidades, põe a prova suas antecipações e reorganiza os dados por ações efetivas ou interiorizadas, de acordo com seu nível de desenvolvimento intelectual.

Por isso foram utilizadas estratégias educacionais para apoiar o processo de aprendizagem de conteúdos curriculares e de promover a aquisição de mecanismos de Sistemas de Tratamento e Recuperação de Informação. Neste caso, o computador é utilizado como uma ferramenta para a manipulação de números ou textos, ou ainda, para o manejo de conjuntos de informações.

Os sistemas de Tratamento e Recuperação de informação, assim como os bancos de dados, processadores de texto, planilhas eletrônicas, gerenciadores

de gráficos e hipermeios, entre outros, visam o favorecimento do desenvolvimento intelectual do aluno, pois trata-se de ferramentas utilizadas na aprendizagem por descoberta.

Estes tipos de sistemas permitem ao aluno definir seus objetivos e organizar seus dados, com o objetivo de encontrar uma solução, utilizando as noções de semelhanças e diferenças (classificações, seriações) [SAN92a]. Também, tais sistemas estimulam as atividades de nível superior de hipotetizar e estabelecer relações, através da sua interação.

Em particular, os bancos de dados permitem ao aluno, ao construir e/ou consultar bases de dados, estruturar o seu próprio conhecimento, segundo o significado pessoal dado às informações tratadas, procurar relações e modelos nos dados, testando hipóteses formuladas de forma explícita ou implícita e formular hipóteses, estabelecendo relações. Também o sujeito poderia mobilizar a sua capacidade de classificação, através do ordenamento das relações entre objetos e fatos, trabalhar com semelhanças e diferenças, como foi dito anteriormente e, finalmente, definir seus objetivos, procurando as informações e organizando-as para resolver os problemas propostos.

Os sistemas de tratamento e recuperação da informação (STRI) no processo de aprendizagem têm como objetivo principal a construção de base de dados, sendo que esta é uma forma de apoio à aprendizagem pois, no momento em que estas bases são consultadas, o aluno busca a sua própria construção e aquisição autônoma do conhecimento. Neste momento, o papel do professor seria auxiliar o aluno na resolução de problemas, dando-lhe a orientação devida quanto à formulação de hipóteses; comparação, exclusão, ordenamento e categorização de informações relevantes para a resolução de problemas; reformulação, avaliação e julgamento de hipóteses; procura de regularidades entre os dados e, finalmente, sistematização do conhecimento adquirido. Neste tipo de modelo, ocorre a integração curricular para reintegrar os conhecimentos. Portanto, os conjuntos de bancos de dados relacionais e/ou hipertextos interfaceados com outros produtos de software (planilhas

eletrônicas, gerenciadores gráficos, editores de textos, pacotes estatísticos, entre outros) podem armazenar e pôr disponíveis grandes quantidades de informação sobre diferentes campos do conhecimento. A introdução do uso de STRI fundamentou-se, também, na possibilidade de automatizar algumas estratégias cognitivas no contexto de resolução de problemas, utilizando o computador como ferramenta para o estímulo das capacidades intelectuais e não como máquina de exercício-e-prática. E, para finalizar, uma das funções deste tipo de modelo é atuar como catalizador do desenvolvimento intelectual do aluno.

Como foi visto, entre as várias maneiras de utilização do computador como ferramenta cognitiva, pode-se observar que os sistemas de tratamento e recuperação de informação são, no processo educacional, uma das formas criativas de aprendizagem, pois apoiam a construção do conhecimento lógico-matemático. Segundo Underwood [SAN92], há dois benefícios no uso educacional destes sistemas: de um lado, a sociedade é cada vez mais dependente das tecnologias da informação e, do outro, existem evidências de que tratar e recuperar informações com estes produtos de software pode ser um catalizador do desenvolvimento cognitivo. Para compreender, então, um corpo de conhecimento é preciso reconstituí-lo e, neste caso, esta reconstituição se baseia na redescrição de um corpo de conhecimentos auxiliado de bases de dados.

Como pode ser visto ao longo de toda a descrição feita nesta abordagem, foi observada uma mudança gradativa e muito significativa no processo educativo, desencadeada com a introdução de tecnologias que já existiam e que, pelo seu alto potencial na área educacional, foram utilizadas para inovar e melhorar a qualidade de ensino.

A informática, sendo uma ferramenta cada vez mais presente no apoio à aprendizagem, tem a potencialidade de favorecer significativamente o desenvolvimento cognitivo dos alunos. Em suas várias formas de uso e, dependendo da técnica instrucional que é utilizada, esta ciência transcende as limitações próprias

do homem, interagindo com este ao longo do processo educativo e desempenhando funções importantes para atingir esta meta.

Através dos vários enfoques apresentados e desta nova sociedade computadorizada, foi constatado o surgimento de técnicas e teorias de ensino-aprendizagem cada vez mais eficientes e sofisticadas. Dependendo do sistema de aprendizagem utilizado e da teoria pedagógica em que este se baseia, o computador é capaz de desenvolver gradativamente no indivíduo, as habilidades simbólicas, espaciais, musicais, linguísticas e corporais, entre outras, para que estas sejam utilizadas sempre que necessário [BEH93].

Com os grandes avanços nesta área, a educação deixou de ter um enfoque tradicional que se resumia em aulas teóricas, correção de exercícios, estudos em casa, na biblioteca, ou em livros textos, resolução de exercícios individuais propostos pelo professor e, algumas discussões em grupo, para ser substituída por um novo enfoque pedagógico.

Assim, a "revolução" informática, com suas novas ferramentas didáticas, como foi apresentado, assumiu o papel de assistente no desenvolvimento cognitivo do aluno. E, entre as áreas que mais se destacam, tem-se a Inteligência Artificial, em particular os Sistemas Tutores Inteligentes, as técnicas de Hipermídia, Telemática e Robótica e, a potencialidade dos Sistemas de Tratamento e Recuperação de Informação, entre outras não abordadas neste trabalho.

Todos estes sistemas são poderosas ferramentas catalisadoras do desenvolvimento intelectual e estes, estão cada vez mais familiares aos alunos, já que a sociedade está se tornando a cada dia mais dependente da informação. Estas potencialidades da informática devem ser enfatizadas quando se propõe sua larga utilização nos sistemas educacionais.

Mas um aspecto muito importante que deve ser enfatizado e que ainda não foi citado, é a questão da produção de softwares educacionais propriamente dita.

Independente da forma com que o software é utilizado, este deverá seguir certas regras e critérios considerados fundamentais, baseados nas teorias da aprendizagem humana, para efetivamente poder alcançar os objetivos propostos. || ?

## 2.5 Produção, utilização e avaliação de softwares educacionais

Atualmente, produzir software educativo de qualidade é um desafio. Este fato enfrenta dificuldades como a contradição entre o interesse das escolas em implantar a informática no ensino e, o fato de que ainda, são poucas as que efetivamente utilizam o computador como ferramenta complementar à aprendizagem de disciplinas curriculares [PAN92]. ||

Há um mercado promissor, porém complexo, que se responsabiliza pelo alto investimento necessário à criação de programas mais sérios em termos pedagógicos, pois envolve uma equipe interdisciplinar de desenvolvimento de software [ROC91] [ROC91a] [EST92].

A produção de materiais educativos não é fruto da pura criatividade, inspiração e arte do seu criador. Estas condições são necessárias, mas não são suficientes. Por trás de um software educativo poderoso deve existir, uma concepção educativa poderosa e, ainda, princípios derivados de teorias da aprendizagem humana. Todos estes aspectos servem de elo às atividades e experiências de aprendizagem propostas ao indivíduo que trabalha em um ambiente computadorizado.

Se um software educativo poderoso busca favorecer o desenvolvimento do aluno, combinando uma serie de ambientes computadorizados, então este deve nutrir-se de idéias educativas que dêem apoio a esta aproximação.

Antes da criação de softwares educativos é necessário, segundo Panqueva [PAN93], seguir vários critérios considerados fundamentais, que se baseiam nas teo-



rias da aprendizagem humana e, onde foi fundamentada esta abordagem. Entre eles pode-se citar a **motivação intrínseca**, isto é, o indivíduo precisa ter um interesse que o motive em aprender a utilizar o programa e a desenvolver o seu próprio conhecimento. Se isto não ocorrer, dificilmente se terá êxito na empresa educativa. O fato de que o aluno esteja disposto a responder ou a participar na busca do próprio conhecimento é um passo muito grande, que abre as portas para o desenvolvimento do processo de aprendizagem.

Outro aspecto considerado importante é a **significância**. Esta se refere à tomada de consciência, por parte do grupo de trabalho, do campo vital do aluno, ou seja, dar importância ao contexto em que este se encontra, aos seus micromundos, e ter muito cuidado com as situações que são propostas a ele. Caso isto não seja levado em conta, é provável que sejam criados no indivíduo, obstáculos mentais ou afetivos que influenciem a aquisição do conhecimento.

A **boa forma** para promover a aprendizagem do software, é uma característica de suma importância na criação de um programa educativo. Este aspecto se relaciona com o tipo de apresentação que se faz ao aluno; se é organizada, metódica, harmônica e significativa a nível de informação, servindo de base para a aprendizagem.

Um outro critério é aquele que diz respeito ao que o professor faz com a informação que está a sua disposição. Ou seja, não é aquilo que o professor faz pelo aluno e sim, o que este permite que o indivíduo aprenda. Este aspecto se denomina de **processamento ativo** e trata de fazer com que os alunos participem ativamente do processo de aquisição da informação. O objetivo do facilitador é fazer um acompanhamento do processo de aprendizagem, isto é, observar aquilo que os alunos desenvolvem à medida que vão utilizando o programa em questão.

O nível de desenvolvimento intelectual do indivíduo, que está ligado ao processo de maturação das suas estruturas, condiciona o tipo de experiência que convém propor a ele, como base na aprendizagem. Esta é a denominada **maturação**

do indivíduo, isto é, os desafios e experiências que lhe são propostas devem adequar-se à maturidade dele. Caso contrário, vem a frustração e o desinteresse pelo software utilizado.

As experiências físicas ou lógico-matemáticas, que resultam da ação do sujeito sobre o objeto de conhecimento, e da reflexão ao seu respeito, são a base fundamental para a aprendizagem por descoberta e por suposição. Na vivência destas **experiências**, o professor deve confiar no aluno, dando-lhe a oportunidade para que este vivencie a experiência. Ainda, que este reflita até fazer explícito o conhecimento que não se "despertou", mas que existe dentro dele.

Um aspecto muito importante refere-se ao **desequilíbrio** causado no indivíduo. As situações problemáticas e desafiadoras que são propostas ao aluno, desencadeiam nele conflitos cognitivos. A partir destas novas experiências, geram-se estados contínuos de equilíbrio-desequilíbrio com o objetivo de enriquecer e possibilitar a aprendizagem propriamente dita.

Nem tudo se aprende da mesma forma. Dependendo da classe de aprendizagem, o que realmente interessa realizar é o projeto de ambientes que seguem diversas filosofias de aprendizagem, como já foi descrito. Isto se refere aos **tipos ou estilos de aprendizagem**.

Existe uma estreita relação entre os estilos de aprendizagem do indivíduo. Como já foi mencionado em outro capítulo, este aspecto relaciona-se com os tipos de **aptidões** dos indivíduos, (por exemplo, a dependência/independência do campo perceptivo, inteligência cristalizada/fluída, etc) e com os tratamentos educativos (por descoberta/transmissivos). Por outro lado, os tratamentos também estão relacionados com o tipo de aprendizagem (produtiva/reprodutiva). Compete, então, ao projetista, combinar diferencialmente estes tratamentos, em função do tipo de objetivos propostos, de forma tal, que cada aprendiz possa tirar proveito de suas aptidões predominantes ao mesmo tempo que ele desenvolve as complementarias.

Estes princípios que foram descritos, abrem uma perspectiva ampla para a criação de softwares educativos poderosos. Como pode ser observado, a chave do processo é o estudante, sem deixar de mencionar o papel importante do professor que utiliza o programa, cada um desempenhando a sua função.

Até hoje, não se chegou a uma padronização de software educativo; este processo ainda é muito dificultoso. Informatizar as escolas segundo um certo padrão, significaria acreditar que todos ensinam da mesma forma e que as crianças aprendem igualmente, o que não é verdade.

Os softwares educativos são ambientes de trabalho que por si só não têm sentido. A idéia de usá-los não é substituir algo e sim, complementar o que um bom docente coloca à disposição e articula para que seus alunos aprendam. É necessário, então, pesquisar as pautas que direcionem uma pedagogia apoiada com programas educativos, em particular aquela que promova uma "educação controlada pelo estudante". Normalmente, esta situação não é realizada por várias limitações, mas os softwares educacionais poderosos poderiam realizar este tipo de proposta de trabalho, sem que se elimine a "educação controlada pelo professor", que até hoje tem sido o modelo preponderante. 11

Segundo Dwyer [PAN92], para que se consiga realizar uma "educação controlada pelo estudante", onde o aluno use o computador para desenvolver e provar seus próprios modelos de pensamento, é necessário que o professor utilize uma série de estratégias heurísticas baseadas na psicologia cognitiva, promovendo o *desenvolvimento da capacidade de autocontrole do ato de aprendizagem*. Para isto é necessário:

1) **aprender a lidar com os fracassos.** É natural no indivíduo enfrentar fracassos. O processo educativo deve se propor a ajudar às pessoas a enfrentar estes fracassos parciais, identificar o que pode ser feito a respeito dele, tentar diferentes alternativas, depurar o processo que conduziu ao fracasso e conceber como

objetivo e algo positivo, a criação de uma consciência que combine com clareza o que o aprendiz é capaz de fazer e o que não;

2) **saber distinguir entre transmitir a experiência acumulada e construir os modelos (interpretações) de tal experiência.** A importância de ajudar o estudante a construir seus próprios modelos do mundo se faz evidente, no momento em que se observa, por exemplo, o trabalho dos professores com crianças cegas. Estes instrutores se convertem em educadores quando aprendem a respeitar a forma como as crianças "vem" o mundo, ajudando-lhes a vê-lo por si mesmos;

3) **esperar o inesperado sobre autocontrole na aprendizagem educativa, dando ao aluno a oportunidade de percorrer por si mesmo o caminho.** É muito importante que o professor aprecie os seus alunos como seres humanos, para esclarecer, inspirar, guiar e estimular o estudante. Os abusos de confiança são exceção em ambientes de aprendizagem controlados pelo aprendiz. Quando estes ocorrem, quase sempre são possíveis de se explicar em termos de uma combinação de não ter pensado nas conseqüências de certos atos e, ainda, um desejo de fazer coisas que estavam fora de seu alcance. A solução encontra-se no autocontrole, uma das metas da nova era da educação; tem que se dar muita importância ao desenvolvimento dessa consciência, deixando claro do que se é e não é capaz de fazer;

4) **usar ambientes educativos ricos, prazerosos, com propósitos claros e um bom facilitador.** Os ambientes lúdicos contribuem para manter motivados e ativos os participantes. Apesar disso, se os ambientes não tem um objetivo claro e um bom orientador, podem chegar a ser ineficientes e até nocivos.

Enfim, um professor que leve em conta estes elementos citados acima e, que promova o desenvolvimento das capacidades de autocontrole de seus estudantes, saberá tirar proveito dos ambientes educativos como o computador, com o qual se tem amplas possibilidades de oferecer experiências para a auto-aprendizagem.

### 2.5.1 Estabelecimento de necessidades para a produção de software educativo

Todo modelo sistemático para a criação de ambientes de aprendizagem, assinala que o ponto de partida deve ser a identificação e priorização de necessidades educativas dentro do contexto educacional em questão. Por outro lado, o primeiro critério que geralmente é usado para justificar o uso de um programa educativo, tem a ver com o que se denomina de "compatibilidade com políticas para o desenvolvimento do currículo", no sentido de que um sistema educacional deve responder a necessidades prioritárias detectadas neste.

A dúvida existente, é saber quais são estas necessidades nos diferentes níveis educativos, como detectá-las e priorizá-las. Este questionamento é muito difícil de ser respondido, pois cada professor trabalha de acordo com sua própria teoria e autonomia em um mesmo sistema educativo, e não como marco de referência para desenvolvimento de planos sistemáticos de melhoramento qualitativo do processo de ensino-aprendizagem [ROC93].

A nível de cursos, há coincidências de que a chave de tudo está na identificação de áreas temáticas, onde normalmente é difícil a aprendizagem, onde existam experiências que sejam difíceis ou perigosas, assim como partes do currículo que os estudantes considerem desinteressantes.

A identificação destas áreas, servem como justificativa para questionar as formas de ensino das matérias. A partir desta descoberta, é necessário começar a explorar os meios alternativos para resolver esses problemas e, assim, o uso do computador passa a ser um instrumento legítimo e valioso.

Outro elemento crítico a nível de curso, é a determinação das características dos estudantes das áreas temáticas problemáticas; usualmente isto não se inclui no estudo das necessidades, senão como um elemento de base para o projeto. Quando é considerado este fato, as variáveis se limitam à idade, nível educativo e

motivação geral ou pelo assunto em questão. Está demonstrado que existem outras variáveis importantes que deviam ser consideradas, tais como a experiência e o interesse no assunto, capacidade de leitura e, ainda, a familiaridade com o computador e habilidade para escrever no teclado.

| A nível de instituições, não basta detectar as áreas temáticas problemáticas. É necessário priorizá-las, de modo tal que os recursos destinados a apoiar a docência de informática, ajudem a produzir melhores resultados. Assim, como pode ser observado, ocorre de forma semelhante à nível nacional ou regional.

Como não existem estudos de necessidades que sirvam de parâmetro ou de marco de referência a respeito do uso dos softwares educativos, o método assistemático toma conta da área em questão. Sendo assim, a introdução e seleção dos sistemas educativos se dá a nível de seleccionar aqueles que "estão disponíveis" (já foram comprados ou dados), "são compatíveis com as equipas de trabalho" ou, ainda, "tem a ver com aquilo que está sendo ensinado". A seleção deveria girar em torno de critérios de qualidade, o primeiro dos quais seria a pertinência do material frente ao currículo. Não tem sentido utilizar softwares educativos sem um objetivo determinado, só porque estão disponíveis, sejam fáceis de usar e tenham ideias interessantes. Os benefícios que traz o uso de programas no sistema educativo devem ser maximizados, utilizando-os adequadamente e, atribuindo-lhes um papel importante para desempenhar. ||

Surge, então, o questionamento de que critérios e procedimentos utilizar para poder efetuar uma adequada seleção de softwares educacionais, em áreas, domínios e níveis educativos em que estão disponíveis?

| Infelizmente, não existe um consenso geral a respeito dessa pergunta. Um estudo comparativo de modelos de avaliação de softwares educativos, conclui que existem três problemas fundamentais, relacionados com: a natureza dos critérios utilizados, as qualificações dos avaliadores e, a falta de conhecimento sobre como utilizar os computadores na educação. ||



| Sobre a natureza dos critérios usados, pode-se dizer que estes costumam ter mesmo peso na avaliação de programas. Obviamente, não todos os aspectos contribuem igualmente para a efetividade do programa. Seria lógico, que os critérios de avaliação, além de estar validados, reflitam o grau de contribuição de cada critério para a efetividade total do programa. ||

| Outro problema que pode ser observado, é que estes aspectos apresentam-se por si só indicadores absolutos para tornar viável a realização do sistema quando, de fato, estes estão baseados mais na conjetura e intuição. Por exemplo, quase todos os instrumentos perguntam, é interativo o programa? Não se tem dúvida que a interatividade do sistema é altamente desejável. Apesar disso, pode existir muita variabilidade na definição do aspecto de "interatividade" e, o ponto crítico pode não ser que tenha ou não, mas sim, que esta contribua para a realização efetiva dos objetivos previstos. Poucos dos critérios foram validados através da experimentação; na verdade eles surgiram mais da intuição e especulação. ||

| O problema final a respeito deste assunto, é que os critérios foram projetados para ser aplicados a qualquer tipo de software, não importando a estratégia de ensino-aprendizagem que está sendo utilizada. Como pode ser visto, então, não tem sentido aplicar os mesmos critérios de avaliação a um programa de exercício e prática do que a um simulador. ||

Nas avaliações dos softwares educativos, existem grandes discrepâncias entre as opiniões de diferentes avaliadores. Segundo Blum [PAN92], isto se deve a que cada um avalia desde a perspectiva de sua formação profissional ou experiência pessoal. Ele também afirma, que não se pode assegurar que através do treinamento se consiga reduzir a variabilidade de tal fator.

| No Brasil, existe uma falta generalizada ao não saber como usar um programa educativo na sala de aula. Há pouca experiência no uso de computadores nas escolas e, como resultado disso, muitos avaliam um sistema baseando-se, unicamente, no conteúdo do disquete. Não procuram olhar o programa como um todo, o qual

inclui um conjunto de materiais integrados segundo uma estratégia didática e administrados por um professor. Espera-se que o software desempenhe um determinada função, e não necessariamente que seja auto-contido e auto-suficiente. ||

As experiências analisadas em [PAN92], mostram que não se pode agir sem pensar quando se trata de decidir se softwares disponíveis e viáveis de se usar, convêm incorporá-los ao currículo. Quanto mais e melhor fundamento exista como base para poder tomar tal decisão, melhor será. ..

Quanto maior preparação tenham os avaliadores para observar, utilizar e avaliar os sistemas de diversos tipos, se terá cada vez menos variabilidade de opiniões quanto à viabilidade do programa.

Finalmente, as didáticas que são aplicáveis ao uso de um software, dependem muito da função que se espera que este desempenhe no processo de ensino-aprendizagem. Como já foi mencionado, os professores que não são da pré-escola, costumam ter mais experiência com métodos direcionados e transmissivos que com os participativos, experienciais e por descoberta. Para poder utilizar um programa deste último tipo, os docentes deveriam motivar-se para viver novos tipos de experiências educativas. Assim, enriquecem seu trabalho com novas ferramentas metodológicas, contribuindo para repensar a forma como é ensinada a matéria e, dessa forma, estes estariam mais aptos para participar efetivamente da avaliação, seleção e uso dos programas educacionais.

#### 2.5.1.1 Etapas de desenvolvimento de um software educacional

Quando se detectam as necessidades que dizem se vale ou não a pena o uso de um programa e, não há disponibilidade deste com a qualidade que se deseja, convêm, então, desenvolvê-lo. A primeira etapa é o projeto do software propriamente dito.

A literatura e as experiências oferecem múltiplas idéias a respeito disso. Existem três componentes íntimamente ligados nesta etapa: o projeto educacional, o projeto comunicacional e o desenho computacional [PAN92].

O projeto educativo de um programa é o coração do trabalho. Não vai servir de nada se o sistema é ótimo a nível comunicacional e computacional se, educativamente não tem sentido algum. Se não existe uma riqueza conceitual e nem metodológica, não se justifica o uso de uma ferramenta tão poderosa e inovadora em ambientes de aprendizagem como é o computador. ||

Com já foi dito, existem vários modelos de projeto de software e diferentes idéias a seu respeito. Então, se fará uma apresentação de algumas experiências no mundo que foram documentadas [PAN92].

No grupo de Software Educativo do Ministério de Educação da Suécia, promove-se a qualidade educativa do programa, fazendo com que haja uma participação ativa no projeto do software de professores criativos, inovadores e com experiência no ensino da matéria ou do assunto. Eles são preparados em um curso de computação cujo objetivo principal serve para que estes se dêem conta do poder desta ferramenta pedagógica. Também serve para motivar uma mudança de atitude a respeito das formas alternativas que existem para chegar ao conhecimento, o papel do professor, do aluno e da organização escolar. Este treinamento serve de base para o uso de uma metodologia sistemática que gira em torno à atividade do estudante, distribui responsabilidades entre este, o computador e o professor.

Este grupo dedica boa parte de seu tempo para encontrar "metáforas" que sirvam para desenvolver a interação entre o aprendiz e o programa. Os micromundos onde se desenvolve a ação utilizam a metáfora gerada, usando componentes *standard* para a manipulação da interface. O projeto do software realizado pelos professores tem como resultado um protótipo gráfico, acompanhado de tabelas de reações e condições associadas às variáveis e comandos que o sistema está executando. Por outro lado, compete a eles, identificar os dados e as informações necessárias para

que o programa funcione. Os especialistas em informática ficam encarregados de desenvolver o sistema, prevendo instâncias de controle e ajustes a cargo dos projetistas.

Outro grupo que dedica seu tempo para a criação de componentes educativos é o Consorcio Educativo Computacional de Minnesota. O primeiro passo para a criação é a discussão entre duas ou tres idéias de expertos no assunto, na docência e, conhecedores do poder do computador como meio educativo. Contam com informação de base sobre as necessidades detectadas e uma lista de sete questões que orientam todo o trabalho do desenho do projeto.

As perguntas em que estes se baseiam são várias, entre elas: existe uma justificativa educativa para criar um certo módulo?, em quais objetivos deveriam se apoiar, que tipo de papel deverá desempenhar o computador?, qual o professor e os meios que irão participar do processo de ensino-aprendizagem?, qual estratégia educativa computadorizada será mais conveniente para cada objetivo?, que outros materiais serão necessários para atingir tais objetivos?, O programa se enquadra no currículo?, que tipo de características do computador fazem com que este material seja especialmente apropriado nele e não em outro meio?

Este conjunto de perguntas servem para o inicio da discussão aonde serão decididos os caminhos que serão seguidos. Serve de base para produzir o esquema de cada unidade (assuntos, resultados, descrição do software, lista de materiais e atividades relacionadas). A descrição do software varia de acordo com o tipo de apoio computadorizado selecionado para cada unidade e, ainda serve de base para a especificação do mesmo. O desenho de telas de apresentação é o passo final do projeto do programa. Levando em conta que os softwares geralmente não são autocontidos, deverão ser descritos os materiais de suporte que serão requeridos ao longo de sua execução. A consulta a outros expertos permitirá voltar a este, modificá-lo e ajustá-lo segundo as necessidades requeridas. ||



Um outro grupo que desenvolveu a sua própria metodologia de desenho de projeto educativo é o da Universidade de Los Andes, Colombia. Esta procura centrar os participantes sobre dois aspectos: a análise do campo de ação do software e o desenho do projeto educativo propriamente dito. Ambas giram em torno de questões cuja resposta deverá se basear no domínio do assunto, no marco teórico metodológico consistente, conhecimento das características da audiência, e muita criatividade por parte dos participantes. A ênfase dada está no aspecto educativo. As questões que guiam o desenho do projeto são:

- Campo de ação do software:

- \* A quem se dirige o programa? que características tem seus destinatários?
- \* Que área de conteúdo e unidade de instrução beneficia-se com o estudo do sistema?
- \* Que tipos de problemas se pretendem resolver com o software?
- \* Que condições deverão ter seus destinatários para a utilização do programa?
- \* Que tipo de características físicas e lógicas deverá ter a equipe que irá desenvolver o software?

- Desenho do projeto educativo:

- \* O que se pretende aprender com o apoio do programa educativo?
- \* Em que tipo de ambiente ou micromundo deverá ser aprendido?
- \* Como motivar e manter motivados os usuários do software?
- \* De que forma saber se o processo de aprendizagem está sendo realizado?

A experiência da equipe da Universidade de Los Andes está mostrando resultados significativos no que se refere a centrar o trabalho em um grupo interdisciplinar de projeto para a criação de ambientes educacionais (micromundos). Ao encontrar argumentos excitantes e valiosos que justificam a aprendizagem, supera-se a barreira que os estudantes costumam ter a respeito dos programas, como não ter motivação intrínseca (como já foi visto) e não trabalhar em contextos significativos para viver experiências desafiadoras de aprendizagem. Por outro lado, é necessário explicitar que tipos de situações de avaliação serão utilizadas para explorar cada objetivo proposto. Permite-se, assim, que desde o princípio se leve em conta o tipo de capacidades que interessa desenvolver e os requerimentos de informação associados a cada um dos objetivos de aprendizagem. A formulação do sistema de motivação e de reforço que se decida utilizar, é quase sempre consequência lógica da análise da audiência e surge junto com a criação do micromundo.

Um último exemplo que pode ser citado nesta abordagem é o Projeto de Computadores no Currículo do King's College, no Reino Unido. Aqui, aprecia-se muito a função dos professores, pois, como parte do desenho do projeto, eles elaboram e experimentam os protótipos computadorizados dos ambientes que se desejam colocar a disposição dos alunos.

A fase inicial consiste em consultar professores, principalmente dentro do contexto de um grupo de trabalho. Eles participam deste grupo devido a sua experiência em sala de aula e ao seus conhecimentos a respeito do currículo. Apesar de existirem professores com muito interesse na área de informática, geralmente estes não tem um conhecimento detalhado da ciência da computação e nem de programação. Tudo gira em função dos aspectos curriculares, tratando de justificar os diferentes usos do computador. As idéias aceitas servem de base para produzir a especificação do software educativo.

A primeira versão é realizada em um ambiente computacional restringido no que se refere à portabilidade e disponibilidade de memória. Utilizam-se ferramentas de software que permitem a criação de programas educativos abertos em

conteúdo e estratégias de ensino. Esta versão preliminar é discutida com o grupo de professores visando o aprimoramento do modelo, sugerindo modificações até que se consiga uma versão satisfatória para ser aprovada nas escolas.

Em paralelo com o desenvolvimento do sistema em questão, preparam-se os manuais do professor e do estudante. Os do primeiro refere-se à operação do programa, à explicação do modelo computadorizado e a forma sugerida para usá-lo. O material do aluno contém um marco de referência para utilizar o programa e inclui atividades que poderão ser realizadas.

Os protótipos e as notas para o professor e para o estudante são experimentadas em aula. Os resultados, que destacam os aspectos pedagógicos e curriculares, servem de base para a discussão da revisão pós-experimentação e, também, como base para elaborar uma última versão que seja eficiente e portátil.

Esta experiência é válida, pois prova que se podem desenvolver ambientes poderosos e de final aberto, nos quais o aluno e o professor controlam o processo de ensino-aprendizagem. Se forem projetados e implementados softwares, utilizando uma linguagem que permita o controle de complexidade do programa ao usuário, poderão surgir sistemas mais abertos e acessíveis. Esta aproximação tem muito importância quando se trata de projetar micromundos e modelar sistemas que requerem expressão através da programação.

Desde a introdução dos computadores no sistema educacional, uma das condições básicas dos programas é destes serem "amigáveis". Esta característica denota um esforço particular por parte do projetista de software, por ter que tornar fácil e poderosa a maneira como o usuário e o programa se comunicam. Não se trata somente de um sistema que faça as coisas da forma certa, eficiente e eficazmente, senão de que o usuário se sinta a vontade na interação com ele.

Como pode ser observado, o conceito de sistema "amigável" é bastante vago. Mas este é caracterizado de forma geral pelo fato de não causar prejuízo

(ou dano) ao usuário, não o aborrecer e não destruir randomicamente o trabalho do estudante. Além disso pode ser caracterizado por permitir que o aluno execute tarefas com sucesso e, finalmente, o software é capaz de explicar suas próprias ações.

Um programa "amigável", então, é aquele onde a interação usuário-sistema é de boa qualidade. Em este tipo de sistema, o processamento da informação tem a mesma importância que o diálogo usuário-sistema.

Por trás de um processo de comunicação, existem pelo menos três aspectos a serem mencionados: a percepção, o processamento e a interação. Segundo Panqueva [PAN92], a primeira característica foi estudada por psicólogos, destacando a idéia de que a percepção, apesar de ser relativa, ou seja, cada um percebe a realidade desde a perspectiva de seu campo vital, também é seletiva (percebe-se aquilo que interessa) e pode ser focalizada. O processamento humano da informação foi estudado por psicólogos cognitivos [BEA93], destacando a capacidade relativamente limitada da memória de curto prazo, para reter e manipular informação. Outro aspecto que se destaca é a capacidade ilimitada dos órgãos dos sentidos e da memória de longo prazo para captar e fornecer estímulos, para armazenar e recuperar informação. Também pode-se mencionar, a capacidade de favorecer o processamento do estudante através de estratégias próprias ou induzidas pelo professor.

| Existem diversas alternativas de interação usuário-sistema. Algumas delas são:

- \* via linguagem de comandos;
- \* via linguagem natural;
- \* via perguntas & respostas;
- \* via mneumônicos;
- \* via sentenças programadas;

\* via preenchimento de lacunas;

\* via seleção de cardápio;

\* via apontamento na tela.

Através de comandos da linguagem (no caso da interação via linguagem de programação), o usuário informa as ações que ele deseja que sejam executadas. Seu uso é mais indicado para estudantes experientes que estejam acostumados com o uso e manipulação de computadores. Este tipo de diálogo, dá ênfase total à iniciativa e criatividade do usuário. Algumas características que podem ser mencionadas a respeito deste tipo de comunicação são, entre outras, a interação precisa, compacta, fácil de ler e entender, rapidamente compreendida, simples e retêm informações inteligentes através dos tempos.

As vantagens desta forma de comunicação homem-máquina é que esta é concisa, precisa, poderosa e flexível. Uma desvantagem que é observada é que ela é imprópria para usuários que não aprendem a manipulá-la.

Na interação via seleção de cardápio, as ações que o usuário pode executar são exibidas em cardápios. De acordo com a definição do projetista do sistema, o usuário pode fazer escolha de uma única opção, de cada vez, ou de mais de uma opção: escolha simples e múltipla, respectivamente.

Algumas vantagens que podem ser citadas é que esta comunicação é fácil de operar e o software é bastante simples. Mas, apesar disto, ela é limitada pelo escopo e exige cuidado na linguagem visual.

Na interação usuário-sistema através de seleção de cardápio, o agrupamento dos itens no cardápio é feito por categoria, cada categoria deve ter uma lógica para o usuário e o nome dela deve ser auto-explicativo. Os itens de cada categoria devem possibilitar ações familiares aos usuários e, ainda, cuidar para que não existam itens (em diferentes categorias ou na mesma categoria) que se sobreponham, ou

seja, que possibilitem a execução de uma mesma ação. Além disso, os ítems devem se apropriar de terminologia familiar.

Outro tipo de interação que pode ser mencionado, é aquele que possibilita ao usuário preencher lacunas em branco de um texto exibido na tela do computador, isto é, a comunicação conhecida como "via preenchimento de lacunas". Neste tipo de interação, o usuário possui a sensação de controle total da interação. Ela exige pouco esforço do usuário, mas é imperativo que a correção de erros seja fácil, isto é, o sistema computacional deve suportar bem a correção fácil de erros de digitação.

Um último tipo de comunicação interessante de se comentar, é feito através de perguntas e respostas. Pode-se ter uma das duas situações: o usuário pergunta, e o computador (sistema computacional) responde. Este tipo de interação equivale à interação através de linguagem natural. Além desta situação, pode-se ter que o sistema computacional pergunte e o usuário responda. Assim, esta comunicação poderia ser equivalente à interação via linguagem de comandos.

Enfim, a interação tem sido o campo de concentração de trabalho dos comunicadores. Estes propuseram e desenvolveram modelos de comunicação que explicam e favorecem o fenômeno, a partir da transmissão e recepção de mensagens de via dupla e com diferentes tipos de ênfases segundo o objetivo proposto. O projeto de sistemas de comunicação homem-máquina é denominado de interfaces. ||

Existem inúmeras metodologias para o desenho de projetos de interfaces, mas de modo geral, quase todas se concentram em buscar as respostas para as seguintes perguntas:

\* que tipo de dispositivos de entrada e saída precisa colocar a disposição do usuário, para que este se intercomunique com o software educacional?

\* quais são as áreas e modos de comunicação entre o usuário e o programa que tem que criar ao redor do micromundo selecionado?

\* quais são as características que devem ter cada uma das áreas de comunicação?

\* como verificar se a interface satisfaz os requisitos mínimos desejáveis?

A primeira questão trata de centrar a atenção sobre o destinatário e suas características, dando ênfase aos dispositivos de entrada e saída que fazem a comunicação. A consistência da interface é importante ao longo de toda a execução do sistema. É muito importante, então, definir áreas e modos de comunicação que permitam ao usuário este controle, ou seja, que este sempre saiba onde se encontra, como continuar a execução ou cancelá-la, pedir ajuda, realizar um trabalho ou, ainda, fazer uso da ferramenta. Também é necessário que se faça uso dos tipos de informação que mais convêm (verbal, gráfica, sonora), para que seja possível o desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem. Dependendo da função e do tipo de informação que se manipula em cada área de comunicação, devem ser ativados os modos textuais, gráficos ou sonoros. A verificação da interface para ver se ela satisfaz os requisitos mínimos desejáveis, se faz selecionando e aplicando princípios gerais de projeto de desenvolvimento de interfaces, como será descrito a seguir.

Existem alguns princípios gerais sobre interfaces homem-máquina que foram adaptados aos softwares do tipo educacionais, pelo grupo de pesquisa da APPLE Computer. Uma interface deve satisfazer, pelo menos, os seguintes critérios:

\*\* utilizar metáforas do mundo real concretas e simples para criar o micromundo;

\*\* prover opções, permitindo que o usuário veja e escolha, em vez de memorizar e digitar;

\*\* permitir que o usuário determine as funções da interface segundo as suas necessidades, ritmo e preferência (com/sem som, com maior ou menor nível de detalhamento, utilize um ou outro dispositivo de E/S, cores, animação, etc.);

\*\* assegurar que o usuário esteja com o controle do processo de comunicação e não o programa;

\*\* permitir que o estudante aprenda a partir da experiência, mas sempre mantendo-o informado de seus possíveis erros;

\*\* tolerar e perdoar erros. As ações do usuário geralmente devem ser reversíveis, mas caso não o sejam, este deve ser informado de antemão;

\*\* prover retroinformação ou *feedback* imediato utilizando a linguagem do usuário (ícones, palavras, sons), e não código de máquina. Caso o programa efetue alguma operação, deverá manter o usuário informado de tal ação;

\*\* ter uma integridade estética, ou seja, sem confusões visuais e apresentações pouco atrativas, obtendo assim, uma interação efetiva entre o usuário e o computador;

\*\* permitir uma manipulação direta aos usuários, fazendo com que estes sintam que o que estão fazendo tem retorno a nível de aprendizagem;

\*\* ter uma interface que seja consistente com o material educacional apresentado.

A maioria dos projetos de softwares educativos, incluem somente a especificação das estruturas lógicas que devem comandar a ação do estudante, sendo que estas podem ser detalhadas a nível de diagramas de fluxo de dados, diagramas de transição, macro-algoritmos, entre outras [EST90].

O projeto de um programa educativo é muito influenciado pelo tipo de ambiente computacional onde será desenvolvido. Por exemplo, o uso de linguagens ou de sistemas de autoria (desenvolvidos com a finalidade de facilitar a codificação do software para os usuários que não sabem utilizar as linguagens de programação), foram projetados em função da análise das respostas esperadas. Apesar disso, o

ideal é que o desenho do projeto se faça seguindo a natureza das funções que o sistema deve apoiar e às qualidades educativas que se deseja alcançar.

Na Universidade de Laval, no Canadá, tem-se estudado este fenômeno e o resultado disso, foi uma proposta de uma metodologia de desenho de projeto computacional, centralizada no uso de modelos conceituais de dados.

Nesta metodologia enfatiza-se que o projeto de um software deve considerar, como parte fundamental, a modelagem conceitual de dados e, ainda, que a complexidade do sistema deve residir na estrutura de processamento e na estrutura de dados.

A criação de um protótipo, como etapa final do processo de desenho do projeto, permite verificar se um sistema cumpre com todos os requisitos que deram origem a ele e se este aproveita as potencialidades oferecidas pelo computador. Não tem sentido passar para a etapa de desenvolvimento do projeto até que não se tenha verificado que o projeto corresponde ao que foi requerido.

O projeto do software educativo exige repensar os ambientes educacionais, como já foi dito anteriormente. Avalia-se a função de cada um dos participantes: o professor, o estudante, os materiais educacionais apresentados, os princípios em que se baseia a interação, as didáticas que convêm aplicar e as ferramentas e micromundos envolvidos no processo. Por outro lado, presta-se muita atenção ao problema da interação homem-máquina, a fim de conseguir o máximo de aproveitamento desta comunicação com o apoio das funções requeridas pelos alunos e professores. ||

Um bom desenho do projeto de software é a melhor característica que se pode ter para, depois elaborá-lo. Apesar disso, este aspecto não é o único que define a qualidade do sistema. Os recursos e restrições existentes, assim como a estratégia de produção, são aspectos chaves para a realização de softwares poderosos e de boa qualidade.



Para especificar o material e sua elaboração, é muito importante saber que tipo de ferramenta de software poderá utilizar-se, as qualidades e a disponibilidade das pessoas que participarão da elaboração do sistema. A escolha de uma ou outra estratégia de produção (autônoma ou contratada), a composição dos grupos de elaboração de sistemas educativos (uni ou multidisciplinar) e sua organização (por processos ou por produtos), assim como as instâncias ou procedimentos de controle, afetam diretamente a qualidade do software do ponto de vista computacional.

| Enfim, na primeira parte desta abordagem, foi descrito o que se considera um bom software educativo, desde a perspectiva educacional. Em resumo, o ideal é que seja pertinente (satisfaça as necessidades prioritárias), consistente (boa fundamentação metodológica), poderoso (abranja uma gama ampla de estilos e de tipos de aprendizagem) e aproveite as qualidades educativas que oferece o computador (em particular, interatividade e controle de usuário sobre o que se aprende e como se aprende).

Os três primeiros critérios podem ser encontrados em qualquer material educativo. O quarto trata-se de um aspecto particular do computador, mas não é o único que se espera de um bom sistema. ||

| Então, é importante perguntar-se que tipo de condições particulares devem buscar-se em um software, dada a especificação do meio computacional, para que o desenvolvimento do mesmo possa ser considerado de qualidade? Ou ainda, quais são os critérios que se devem levar em conta para avaliar a qualidade computacional de um software, como complemento aos critérios educativos anteriormente mencionados? //

Através da revisão de princípios de engenharia de software e da experiência na elaboração de sistemas educacionais de um grupo de Informática Educativa, da Universidade de Los Andes, Colombia, foram descritos alguns aspectos que respondem às perguntas feitas.

Desde do ponto de vista do *usuário final*, além de prover a interatividade, deve-se buscar a portabilidade e a adaptabilidade. De nada serve que um software seja ideal como projeto, se na prática não se pode colocar a disposição de usuários potenciais e não pode ser modificado por estes, para satisfazer as necessidades reais do ambiente em questão.

Estes dois elementos mencionados são condições importantes que aumentam a qualidade do software. Às vezes, as características gráficas de um sistema desenvolvido por uma equipe de trabalho fazem com que um programa não seja diretamente portátil a outros ambientes computacionais. O ideal é desenvolver programas que permitam ser instalados de acordo com o ambiente e a disponibilidade e necessidades do usuário. Outra dimensão que cabe ser mencionada é a adaptabilidade computacional que tem a ver com as limitações de memória principal, cada vez menores mas, ainda existentes nas equipes educativas. Além disso, para ter uma boa qualidade de software, o usuário deve ser capaz de adequar o conteúdo, as ajudas, as funções de apoio, etc, dependendo de suas necessidades, desde que este deseje manter a lógica, sem necessidade de pedir ao projetista que reelabore o programa.

Desde a perspectiva do projetista ou do indivíduo que faz a manutenção do software, são desejáveis as seguintes condições: modularidade, boa gerência de memória principal e secundária, reutilizabilidade, código legível e documentado e, documentação para manutenção.

A modularidade e a boa gerência de memória principal e secundária, são elementos estruturais. Ao não poder ter em memória somente aqueles elementos que se requer, será impossível adaptar o software a diferentes configurações de ambiente de trabalho. A reutilizabilidade do programa, tem a ver com a geração e utilização de rotinas cuidadosamente elaboradas para que possam ser usadas eficientemente em uma variedade de softwares, simplificando e agilizando o desenvolvimento. A legibilidade do código e a documentação são elementos indispensáveis para poder fazer a manutenção do software.

O desenvolvimento de softwares educacionais, seguindo os princípios básicos de qualidade educativa e computacional, como os que foram apresentados, favorecerão os esforços de produção, aproveitando-os efetivamente. ||

O desenvolvimento de softwares educacionais realizado por projetistas ou pessoas não especialistas em informática, geralmente é feito através do uso de linguagens e de sistemas de autoria. Estas ferramentas tem muito potencial para criar protótipos. Mas é claro, que os sistemas e linguagens de autoria são orientados por padrões pré-definidos, permitem fazer somente softwares do tipo transmissivo. Estes, também, são muito limitados a nível da utilização de estruturas, não são transportáveis de um ambiente gráfico a outro e consomem muito recurso humano pois dispõem de poucas possibilidades de utilizar o que já foi desenvolvido.

A produção de programas realizada por especialistas em informática, contando com o apoio de uma equipe de projeto também especialista, fazem possível a elaboração de softwares seguindo os critérios anteriormente apresentados.

A prova e a avaliação de ambientes educacionais computadorizados, é uma das carências mais significativas no uso do computador no sistema educativo. Em muitos casos, se passa diretamente da etapa de desenvolvimento para a utilização propriamente dita. Em outros, a prova do sistema somente considera o software em questão, sem se dar conta que este está totalmente associado a um modelo educativo que direciona o processo de ensino-aprendizagem. ||

Quando se realiza a prova ou validação do sistema com usuários, é fundamental não envolver outros aspectos que tirem a validade ou confiabilidade da prova. É muito comum não considerar que um software pode realizar diversas funções educativas, dependendo de como for utilizado. || Em muitas reportagens educativas a questão é saber se o software por si só, produz melhores resultados que um outro tipo de tratamento, por exemplo, a classe convencional. Esta questão não tem sentido, pois só no caso dos tutoriais pode-se esperar que o programa seja auto-contido



e, além disso, está comprovado que, dependendo da forma com que o professor utiliza o software, ele poderá cumprir uma ou outra função de aprendizagem. ||

Apesar de existirem deficiências no momento em que se valida um programa, é muito importante dar passos firmes na prova de ambientes educativos computadorizados. Para isso, é necessário treinar os professores para participarem ativamente delas. É muito importante, desenvolver a consciência quanto à importância de fazer estes tipos de projetos e experiências, de forma tal que seja possível assegurar a validade interna e externa dos resultados.

|As maiores dificuldades para o aproveitamento efetivo de programas, é justamente na sua utilização. Existe uma falta generalizada ao não saber como utilizar um software educativo em sala de aula. Como já foi dito anteriormente, a literatura mostra que uma das maiores debilidades existentes na informática educativa, é precisamente a falta de preparação dos professores, para aproveitar o computador como recurso educacional. ||

Dentro desta perspectiva, é de se esperar de que a informática educativa terá um risco muito grande de fracassar, por causa da maneira como esta está sendo utilizada. As diferentes abordagens que tratam da utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem dizem que, os usos educativos do tipo *algorítmicos* fazem mais fácil, rápido e mais conveniente continuar ensinando como sempre se fez; os do tipo *heurísticos* colocam a disposição novas e melhores maneiras de ensinar e aprender. O fato em questão é que, assim como aconteceu em muitas tecnologias do passado, a informática educacional pode fracassar caso o seu uso continue concentrado nos métodos *algorítmicos*.

|Por outro lado, cabe enfatizar que o uso dos sistemas educacionais não se limita à colocar a disposição estes programas para que os estudantes interajam com o material apresentado. A utilização de softwares inclui as fases de identificação das necessidades, seleção, adaptação, preparação, supervisão, aprendizagem, revisão e avaliação. Em todas estas etapas, a função do docente é fundamental. ||

A **identificação** das necessidades educativas se dá a partir de indicadores de deficiências e da análise de suficiência dos meios educativos disponíveis. A **seleção** dos programas, feita através das etapas de **identificação**, **revisão** e **avaliação** do sistema, podem se aplicados para satisfazer as necessidades. Quando não existem programas aplicáveis, gera-se um ciclo de desenvolvimento do mesmo. Apesar de existirem softwares de boa qualidade, virtualmente, nenhum deles foge de alguma adaptação local. O docente deve ser capaz de ajustar os elementos do sistema, desde que tenha controle do mesmo como usuário. Esta é a fase denominada de **adaptação**. Os programas devem-se integrar com todo o plano de instrução, para que tenham o máximo de efetividade. Da mesma forma que com todos os demais métodos de ensino, o professor deve determinar o alcance e a seqüência de experiência, selecionar os ambientes de apoio apropriados e planejar todas as atividades preliminares para colocar os alunos em contato com o software em questão, isto é, a etapa de **preparação** do sistema.

A função dos professores, enquanto os alunos manipulam o software, depende dos objetivos propostos, do tipo de sistema educativo utilizado, da maturidade dos estudantes e do ambiente educacional. São muito poucas as experiências educativas autosuficientes que não requerem **supervisão** ou participação do professor. O papel do docente, como já foi mencionado, pode mudar de acordo com as circunstâncias: eventualmente deve ser um árbitro em jogo de competição, um guia e facilitador para favorecer a busca e a formalização do conhecimento e, ainda, um solucionador de problemas junto com a equipe e os programas. A **aprendizagem** propriamente dita é verificada, a medida em que os estudantes interagem com o software, isto é, existe um momento para aprender. A discussão de assuntos relacionados com a experiência podem tomar um rumo muito positivo no momento em que os estudantes se interessam em participar. Também, eles tem a disposição uma série de recursos a fim de obter a informação que está faltando para alcançar as metas propostas e, ainda, os grupos de alunos podem desenvolver a união e a energia intrínseca que são ao mesmo tempo surpreendentes e prazerosos.

A **revisão** é um aspecto importante a ser considerado após a atividade realizada anteriormente. Em particular, é a chave do processo quando se trata de softwares com enfoque *heurístico*, pois os principais objetivos educativos se realizam através de atividades de reflexão sobre o que está sendo desenvolvido. Ajuda muito na discussão com os estudantes, no que se refere aos pontos centrais do programa, para que estes consolidem os conceitos e procedimentos que aprenderam. A **revisão** também auxilia aos alunos a identificar falsos conceitos ou suposições errôneas, ao mesmo tempo que prove a oportunidade para discutir as diferenças entre a vivência no computador e como é, de fato, na realidade.

No mínimo, a **avaliação** consiste em verificar se o programa alcançou o que foi proposto, isto é, se foram atingidos os objetivos cognitivos e afetivos esperados, se serão necessárias fazer modificações na próxima vez que se utilize o software e, ainda, se na maioria dos casos os estudantes deram boas idéias para o melhoramento dos sistemas utilizados.

Pelo que foi apresentado, pode-se concluir que a formação de docentes tem um aliado importante na utilização de softwares educacionais poderosos, articulados devidamente ao currículo, no que se refere à dar um novo significado ao processo de ensino-aprendizagem. Por outro lado, para realizar uma educação que permita aos educadores e, posteriormente, aos educandos fazer uso e entender tecnologias informáticas em todo o seu potencial educativo, convêm fazer mudanças significativas na educação centralizada em conteúdos, para atingir a orientada por projetos. Enfatiza-se, assim, as habilidades para a solução de problemas e a aprendizagem ativa, integrando as tecnologias e a experiência educativa com a comunidade escolar. ||

Definitivamente, pode-se dizer que para aproveitar o potencial educativo que tem os softwares e, criar ambientes educacionais poderosos, tem que se repensar a forma com que se processa a educação [EST92] [PAN92] [BEA92] [GUI92] [GIR90].

### 3 OBJETIVOS DO TRABALHO

Através do estudo bibliográfico, foi detectada a falta de embasamento teórico, para a realização de uma escolha adequada de sistemas educativos, a fim de participarem do processo de ensino-aprendizagem. Esta questão se refere aos critérios de avaliação para poder ter mais confiança e credibilidade no software que será selecionado, reduzindo, assim, o nível de subjetividade.

A partir deste problema, o objetivo do trabalho foi *construir uma metodologia de avaliação de softwares educacionais*. Têm que se levar em conta que, os aspectos levantados para fazer a análise, não são gerais para qualquer tipo de sistema educativo.

A metodologia criada, foi aplicada ao software *WinLogo* (ambiente integrado de programação e aprendizagem em linguagem Logo), com a finalidade de fazer o *estudo prático* da mesma.

*Analisaram-se os critérios qualitativos e quantitativos do software, para viabilizar ou não o uso do mesmo, no processo de ensino-aprendizagem, enfatizando a importância da filosofia de ensino utilizada para tal.*

## 4 METODOLOGIA UTILIZADA PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARES EDUCACIONAIS

Dentro do contexto apresentado anteriormente, é evidente que a metodologia de avaliação que foi construída pelo autor, com base em uma série de bibliografias consultadas [ROC91] [ROC91a] [PAN92] [EST92], entre outras, não é abrangente para todos os tipos de sistemas educativos encontrados no mercado. Ela dependerá do ambiente de trabalho que será utilizado. Neste trabalho, o objetivo foi avaliar ferramentas que possam ser usadas em ambientes abertos, de descoberta, onde o aluno crie os seus próprios micromundos e desenvolva as estruturas cognitivas, de acordo com suas necessidades. O papel do professor deverá ser o de orientador e facilitador da aprendizagem. Como pode ser visto, esta metodologia pode ser utilizada em outros casos, mas estes terão que satisfazer as necessidades mínimas requeridas pelo ambiente apresentado.

O processo de avaliação consta, em primeiro lugar, da caracterização do sistema e da filosofia pedagógica utilizada. Assim, têm que se ter bem claro o que se deseja avaliar e quais são os objetivos que se desejam atingir, com a utilização do software selecionado.

A partir daí, foram definidos os componentes (grupos de variáveis) a serem avaliados, baseando-se nos critérios mencionados nos capítulos anteriores. Foram analisados dois aspectos considerados fundamentais pelo autor: a qualidade computacional e a qualidade pedagógica ou educacional do software. ||

A qualidade técnica foi avaliada através de um grupo de variáveis e, a qualidade pedagógica, através da aplicação do software selecionado a uma amostra definida e, a partir daí foram levantados os aspectos a serem observados e analisados. Os instrumentos para tal, foram questionários aplicados aos usuários do sistema, descrições feitas por eles a respeito de todo o trabalho desenvolvido e, observações

feitas pelo "facilitador" durante todas as sessões, baseando-se em uma escala que será apresentada ao longo desta abordagem.

Cabe destacar, que foi feita uma quantificação dos critérios de avaliação do software, baseada no trabalho de Rocha [ROC91]. Para isso, foram selecionados dois tipos de medida:

(a) tipo SIM ou NÃO, buscando identificar o peso marcante (2) ou não (1), de ter um certo atributo no software avaliado e;

(b) escala numérica de três pontos (0, 0.5, 1), onde 0 é a presença fraca de um atributo, 0.5 é a presença relativa e 1 é a presença plena do atributo em questão.

O resultado da avaliação foi interpretado, com sugestões do autor para resolver aspectos considerados insatisfatórios no software. Considerando que esta metodologia foi elaborada com vistas à avaliação de um software produto, as sugestões feitas para modificar aspectos insatisfatórios são ilustrativas, dado que dificilmente poderá se alterar o produto, pois não se tem acesso ao seu fonte. Cabe ainda enfatizar, que esta avaliação não elimina a subjetividade deste instrumento já que, para minimizar esta questão, deveria ser montada uma equipe interdisciplinar para avaliar efetivamente o sistema.

No entanto, dado o objetivo deste trabalho - efetuar uma primeira avaliação de um software educacional- e a carência de tempo para estudar exhaustivamente este assunto, a avaliação foi realizada a partir dos conhecimentos efetivos e intuitivos do autor e por uma amostra de alunos. Esta análise quantitativa será detalhada na seção 6.2 e, os resultados obtidos serão mostrados nos anexos da dissertação.

A seguir serão apresentadas as variáveis computacionais e pedagógicas, à nível qualitativo, que foram avaliadas com base na literatura consultada, seguidas de uma explanação para esclarecer a função de cada uma delas.

## 4.1 Qualidade Técnica - Ambiente de Hardware

### 1. O programa permite portabilidade em outros ambientes de Hardware:

Possibilidade de utilizar o programa em varios ambientes de hardware podendo ser operado de maneira fácil e adequada em configurações de equipamentos diferentes da original. Este é um dos principais aspectos a serem considerados já que o ambiente educacional freqüentemente possui pouca variedade de hardware e, por questões econômicas o hardware disponível deve ser utilizado no seu máximo.

### 2. O programa exige winchester:

Possibilidade de utilizar o programa em ambientes que não dispõem de unidade de disco rígido. Caso o disco rígido seja necessário para a instalação do programa, anotar a quantidade de bytes necessária.

### 3. O programa exige mais do que 1Mb de memória principal:

Quando é ativado um programa, o módulo de controle deste fica residente na memória principal (RAM). A quantidade de RAM necessária é, geralmente, informada no manual do sistema. As configurações do tipo padrão geralmente dispõem de 640Kb/740Kb de RAM, podendo fazer expansões.

### 4. O programa exige placa gráfica:

### 5. O programa exige monitor colorido:

### 6. O programa utiliza video:

O programa faz uso de periféricos de multimídia, no caso o video.

### 7. O programa utiliza som:

O programa faz uso de periféricos de multimídia, no caso utiliza o som na execução do programa.

#### **8. O programa exige mouse:**

Se é indispensável a utilização do mouse para utilização do software.

## **4.2 Qualidade Técnica - Ambiente de Programa**

**1. O formato de apresentação das informações na tela é adequada quanto a:**

**1.1. Área de identificação do programa:** o programa possui a sua identificação ao longo da execução do sistema em uma área definida.

**1.2. Área de identificação do estado do sistema:** o programa possui uma área reservada onde é apresentado o estado de execução do sistema, isto é, se este está executando alguma tarefa, se está esperando dados de entrada, se está fora do ar, etc.

**1.3. Área de trabalho:** nesta área são visualizadas as ações executadas pelo sistema.

**1.4. Área de mensagens:** o programa apresenta uma área exclusiva para emissão de mensagens.

**1.5. Área de interação usuário-sistema:** nesta área são reservadas todas as ações que envolvem a comunicação usuário-sistema.

**1.6. Área de auxílio:** O programa possui uma área de auxílio ao usuário que é ativada, no caso deste não entender as instruções dadas pelo programa ou de alguma terminologia utilizada no sistema.

**2. O programa permite a reversibilidade de ações:** as ações que o sistema executa podem ser reversíveis. Esta reversibilidade refere-se a uma única opção: a uma entrada de dados ou a um grupo de ações.

**3. O volume de informações/tela é adequada:**

Este volume deve ser preferencialmente baixo, relacionando-se diretamente com o tempo médio de leitura. O tempo deve ser de aproximadamente 3,4s por tela, ou seja, somente 30% da tela contendo informações.

**4. O programa realiza suas funções sem desperdício de seus recursos:**

Neste item é avaliada a eficiência do programa, isto é, se este utiliza os recursos exigidos pelo sistema para a execução de suas tarefas.

**5. O programa é rápido no processamento de informações:**

Esta característica refere-se à eficiência de processamento, ou seja, se o programa executa suas funções esperadas no menor tempo possível mantendo um ritmo de trabalho. A lentidão das respostas no processamento de entradas/saídas dispersa a atenção do usuário, prejudicando a manutenção de um ritmo de trabalho. Este item é avaliado principalmente, pela capacidade do sistema em processar rapidamente os dados de entrada e saída.

**6. O agrupamento de ações é consistente a nível de cardápios:**

Nos programas onde são utilizados os cardápios, é muito importante que cada agrupamento de ações seja consistente e adequado facilitando, dessa forma, a navegação do usuário pela execução do programa. Neste caso, os itens do cardápio devem utilizar nomes curtos e de fácil associação com a ação que ele irá executar. Deve ser possível que usuários já acostumados com o uso do sistema utilizem como atalhos através do programa, teclas especiais e/ou facilidades de macros.

**7. O programa tem integridade quanto à entrada de dados:**

Este item refere-se à tolerância de entrada de dados incorretos, ou seja, até onde o programa é capaz de tolerar um grau de variação de entrada de dados sem mau funcionamento ou rejeição. Para isso, o sistema deve possuir meios apropriados para reagir a situações hostis, realizando o adequado tratamento de erros e sem interromper a sua execução. Assim, o programa possui a habilidade de evitar falhas que possam provocar conseqüências desastrosas em termos de custo econômico ou humano.

**8. Reutilizabilidade do programa:**

Característica do programa de ter as suas funções desenvolvidas de maneira a permitir sua reutilização parcial ou total em outras aplicações. Assim, reutilizando o programa para outros usos, também educacionais, em diferentes ambientes de software/hardware, otimiza-se a utilização do programa e do equipamento. Além disso, incentiva-se o usuário (alunos e professores) a buscar novos usos criativos de partes do sistema ou dele inteiro.

**9. Para utilizar o programa é necessário possuir um conhecimento prévio de noções computacionais:**

O programa pode ser operado por usuários sem conhecimento prévio de implementação de sistemas de computação. Este tipo de sistema é amigável e procura manter a operação transparente ao usuário, evitando situações onde o conhecimento (ou noções) de implementação de sistemas sejam necessárias.

**10. O sistema é de fácil uso e manipulação:**

Possibilidade do programa oferecer facilidades na sua manipulação de ações previstas e a existência de exemplos e demonstrações que facilitem a compreensão e o uso do programa.

**11. O sistema utiliza um vocabulário simples para o usuário:**

As mensagens do sistema devem ser objetivas e adequadas ao ambiente, identificando o problema e explicando como contorná-lo. As explicações dadas devem ser independentes do equipamento utilizado e, os termos utilizados no programa devem ser conhecidos no idioma utilizado no país.

## **12. O video/som podem ser ativado(s)/desativado(s) pelo usuário**

Em algumas circunstâncias, a advertência sonora pode gerar desconforto (ou constrangimento) ao usuário do programa. A existência da possibilidade de ativar/desativar a advertência sonora pode diminuir os níveis de ansiedade do usuário.

## **13. A documentação contém:**

### **13.1. Manual do usuário:**

**13.1.1. completo:** condição em que todas as possibilidades de funções pretendidas pelo usuário estão descritas no manual.

**13.1.2. claro:** característica do manual do usuário ter as funções que lhe cabem explicadas na forma mais clara possível, isento de explicações que o tornam complexo e de difícil entendimento.

### **13.2. Manual do sistema:**

**13.2.1. completo:** característica do manual de ter todas as funções do programa especificadas nele.

**13.2.2. claro:** ter as funções que lhe cabem explicadas na forma mais clara possível, isento de explicações que o tornam complexo e de difícil entendimento.

**14. O programa tem a possibilidade de navegação por mais de um caminho para chegar em um mesmo objetivo:**

Um objetivo educacional ou uma habilidade cognitiva deve ser tratado de forma aberta pelo programa, a fim de que o usuário possa percorrer segura e livremente caminhos de programa, traçando suas próprias trajetórias para atingir seus objetivos. Um programa não linear é o indicativo de um programa criativo.

**15. O programa é aceitável quanto ao custo/benefício, no que se refere:**

**15.1. somente ao reforço de uma matéria:** neste caso o programa só é utilizado com o objetivo específico de reforçar a aprendizagem de um determinado assunto. Desta forma o custo do sistema é benéfico do ponto de vista educacional.

**15.2. a capacidade de substituição de um professor:** a utilização do programa dispensa qualquer participação do professor no processo de ensino/aprendizagem do sistema. O professor, ao ser completamente substituído pelo programa, fica anulado o papel de "facilitador" e "orientador". Assim, decresce o resultado de um custo/benefício investido no software em relação ao sistema educacional.

**16. O programa tem a possibilidade de leitura do seu fonte para:**

**16.1. ser modificado:** este critério avalia a possibilidade de modificar elementos e/ou estruturas no programa. Do ponto de vista do uso do software-ferramenta no processo educacional, este aspecto é extremamente importante pois, desta forma, é permitida a incorporação de propósitos específicos no processo em questão.

**16.2. serem inseridos módulos de trabalho:** condição de incluir novos elementos e/ou estruturas no programa. A possibilidade de inserir novos módulos de trabalho significa que, além dos objetivos gerais do programa, pode-se enriquecer a ferramenta com objetivos específicos do processo educacional.

**16.3. serem deletados módulos de trabalho:** este aspecto permite a supressão de partes que dificultem a funcionalidade do programa, assim como elementos e/ou estruturas que não sejam mais necessárias para o processo de ensino-aprendizagem.

**17. O programa é auto-contido:**

Esta característica refere-se, entre outras, ao grau de aprendizagem que o usuário deve ter para utilizar o programa, ou seja, se este é auto-explicativo. Também, se o sistema não precisa de nenhum outro tipo de programa para poder rodar, se basta carregá-lo para iniciar o seu funcionamento e, se este gera algum tipo de arquivo fora dele na sua execução.

**18. O programa é uma ferramenta básica:**

Este critério avalia a função do software no processo educacional, isto é, neste caso, se o programa é uma ferramenta de construção de conceitos e noções, independente do tipo de usuário.

**19. O programa é uma ferramenta aplicada:**

Neste tipo de ferramenta nada é construído, ele somente é aplicado a áreas de conhecimento.

**20. A interface com o usuário é amigável:**

Esta característica é avaliada por diversos fatores como: a facilidade de aprendizagem do programa, a facilidade de utilização do sistema, a clareza na apresentação dos recursos e informações, entre outras. Não é necessária a avaliação destes aspectos em separado pois o objetivo deste item é fazer uma análise geral do software e concluir, se o programa é transparente e amigável para o usuário.

**21. O programa possui um sistema de segurança para que o usuário só possa ter acesso ao seu ambiente de trabalho:**

Às vezes, dentro de um ambiente computacional, existem diversos tipos de usuários que possuem maiores e menores privilégios. É assim que funciona com os projetistas, professores e alunos. Para isso, é necessária a existência de um sistema de segurança no programa, que permita somente o acesso a uma determinada área de trabalho, dependendo do tipo de usuário.

**22. O programa possui um sistema manual de interrupção de sua execução e a possibilidade de retornar de forma fácil e segura:**

Este aspecto é muito importante pois, em um software educacional, tem que existir a possibilidade de poder interromper a qualquer momento a sua execução. O usuário poderia, então, retornar ao sistema de forma fácil e segura, exatamente no mesmo ponto em que este foi interrompido, sem ter que começar tudo desde o início.

**23. O programa pode ser abandonado de qualquer módulo de trabalho:**

Esta característica é muito importante em um software educacional, pois como se lida com alunos e professores que podem não ser muito experientes na área de computação, estes precisam manipular o programa da forma mais simples possível. Por isso, caso o usuário queira abandonar o sistema, é preciso que ele possa fazer isto do módulo mais próximo de trabalho em relação ao que ele se encontra. Isto quer dizer que não será necessário o abandono gradual nos menus secundários até chegar no principal (ou primeiro) e, aí sim, poder sair do software.

### **4.3 Qualidade Pedagógica ou Educacional**

Antes de apresentar as observações feitas no próximo capítulo, é necessário entender alguns conceitos definidos por Battro [BAT86a], nos quais foi baseado este estudo. As definições baseiam-se exclusivamente no perfil pedagógico-

computacional de um indivíduo que utiliza um software educacional, com o fim de avaliar certos aspectos que se consideram fundamentais no contexto em questão. Esta escala de conceitos foi ampliada pelo grupo do projeto EDUCOM/FACED/UFRGS.

A forma de avaliação, com base em uma ampla bibliografia de análise consultada, resultou nos seguintes aspectos:

1) **A habilidade sensório-motora:** esta habilidade refere-se aos movimentos finos dos dedos ao se manejar o teclado. Observam-se dois aspectos complementares, a rapidez X lentidão e a precisão X imprecisão.

A *rapidez/lentidão* relaciona-se com a velocidade na digitação do aluno, que pode variar de rápida a lenta. Na digitação, a lentidão evidencia-se quando o indivíduo demora para localizar as teclas dos comandos.

O aspecto *precisão/imprecisão* está diretamente relacionada com a atualização da intenção do aluno. A nível motor envolve um conjunto de capacidades adequadamente coordenadas que permitem a veiculação entre a intenção e o ato. No ato de programar propriamente dito, a precisão está totalmente relacionada com a digitação correta das teclas na ordem exigida pelos comandos.

2) **Memória:** refere-se aos processos de retenção e recordação de experiências que os alunos tiveram e dos movimentos que fizeram no software.

A *memória imediata* é a capacidade de retenção dentro de um curto espaço de tempo. Na programação do software, este aspecto pode ser avaliado baseando-se na quantidade de comandos que o aluno pode reter durante o desenvolvimento do programa, sem consulta.

Por outro lado, a *memória duradoura*, se refere a um sistema de longo prazo que implica em reter, fixar e conservar conteúdos previamente assimilados.

Na *memória imediata*, as mudanças ocorrem regularmente, enquanto que na memória duradoura podem ser observadas regressões e paradas. Este último aspecto refere-se às idas e vindas no processo de retenção e ainda, tratando-se de uma ferramenta, isto significa lembrar dos comandos anteriormente utilizados.

**3) Motivação:** esta característica refere-se ao conjunto de fatores que despertam, sustentam ou dirigem o comportamento do aluno. Encontram-se relacionados com este ítem, os seguintes aspectos:

3.1) *Atenção X Dispersão*: a atenção é a aplicação cuidadosa da capacidade mental a alguma coisa. Operacionalmente, a atenção pode ser medida em relação ao tempo em que a pessoa dedica-se a uma determinada tarefa. A dispersão é o oposto da atenção, isto é, a dificuldade de concentração do aluno sobre o software, neste caso de avaliação, distraíndo-se com facilidade. A disposição no computador pode ser evidenciada por atitudes de parar constantemente um projeto que está sendo desenvolvido pelo aluno, para observar algum ruído ou qualquer outro tipo de acontecimento no ambiente, entre outras coisas.

3.2) *Flexibilidade X Perseveração*: a flexibilidade refere-se a adequar o uso do computador frente a uma necessidade. Por outro lado, a perseveração consiste em se manter permanentemente na mesma conduta, sem mudar ou variar a mesma. Este aspecto, tratando-se de um ambiente de ensino-aprendizagem computadorizado é expresso em vários níveis: perseveração no uso do teclado, isto é, quando o aluno aperta uma tecla várias vezes de forma desordenada e compulsiva e, ainda, através da perseveração em uma manipulação, ou seja, o indivíduo insiste em utilizar um periférico com a única finalidade de jogar com ele manualmente.

3.3) *Interesse X Desinteresse*: o interesse é uma atitude duradoura que envolve uma necessidade mental, provocando uma atividade destinada a satisfazê-la, não excluindo o esforço. É um estado de motivação que guia o comportamento em uma certa direção ou para satisfazer certos objetivos. Os interesses variam de acordo com a idade do indivíduo. Particularmente, no computador, este aspecto

é demonstrado através da necessidade que o aluno tem em conhecer os comandos, experimentar o desconhecido, buscando informações, manuseando o equipamento e o sistema, entre outras coisas.

3.4) *Egocentrismo X Colaboração*: o egocentrismo é uma atitude psicológica do aluno, expressada na dificuldade de manter um autêntico diálogo. Este tipo de indivíduo não leva em conta as solicitações feitas pelo "facilitador" e, menos ainda, de um colega. A colaboração é exatamente o contrário, quando se aceitam outros pontos de vista e se dá espaço para que outros possam trabalhar também.

3.5) *Persistência X Fadiga*: a fadiga é evidenciada por um conjunto de manifestações produzidas por quaisquer atividades que ultrapassem um certo limiar fisiológico. Muitas vezes, as demonstrações de fadiga estão ligadas a falta de motivação pela tarefa e, não ao desgaste fisiológico propriamente dito. Esta característica pode ser manifestada no computador, através de saídas constantes para outras atividades, vontade de para, constância em erros de digitação, distração, etc.

**4) Linguagem:** é um sistema de sinais através do qual as pessoas se comunicam. Estes transmitem idéias e sentimentos através da escrita e/ou da mímica. A linguagem computacional é composta de quatro itens:

4.1) *Sintaxe*: corresponde à gramática da linguagem. No caso da linguagem computacional, trata-se de ordens, comandos, instruções, ou ainda, sucessão de instruções bem formadas.

No computador podem ser observados os erros de sintaxe nos comandos, por troca, falta ou excesso de letras, nas instruções por falta de espaço entre um comando e o número, por omissões ou excesso de símbolos que gerem qualquer tipo de mensagens de erro, entre outros.

4.2) *Semântica*: refere-se ao conteúdo da linguagem, seu sentido e significado. No caso da linguagem computacional, a semântica se dá a dois níveis: entender

o significado de cada instrução e de cada comando WinLogo e, ainda, compreender o significado de um programa ou sistema de programas.

4.3) *Pragmática*: refere-se a função comunicativa da linguagem. Para reforçar o aspecto pragmático de uma linguagem, é necessário ter o auxílio de um facilitador/orientador.

A depuração de erros é uma tarefa que, em alguns casos, existe a dificuldade de tolerar uma frustração, mas esta é uma conduta crítica no bom desenvolvimento das sessões de computação com o software selecionado.

**5) Construtividade:** de forma geral, este aspecto refere-se ao ato de dar estrutura, edificar, organizar, formar, conceber. Dependendo da linguagem de programação, pode ter características construtivas evidentes, devido às propriedades de modularidade, recursividade e plasticidade que ela possui. Este item é dividido em dois conceitos:

5.1) *Criatividade/Embotamento*: é a habilidade de produzir novas formas, objetos, idéias ou diferentes maneiras de organizar ou relacionar elementos ou, ainda, solucionar problemas através de métodos novos.

5.2) *Antecipação*: refere-se à construção de um modelo prévio, mental e físico, imaginativo e formal. Este aspecto requer uma produção de hipóteses e uma distribuição de inferências sobre um campo representacional.

**6) Atitudes:** é a reação afetiva, maior ou menor, em direção a uma proposição ou a um determinado objeto concreto ou abstrato. As atitudes que são observadas em um indivíduo são as seguintes:

6.1) *Autonomia/Dependência*: a autonomia é um comportamento do indivíduo onde ele manifesta sua capacidade de auto governar-se. Obedece as leis que formulou para si mesmo ou aquelas cujo valor compreendeu e aceitou. Por outro

lado, encontra-se o conceito de dependência, onde o indivíduo sente necessidade de ser governado e orientado.

6.2) *Iniciativa/Falta de iniciativa*: a iniciativa é considerada a habilidade de tomar as próprias decisões, agir por si só. No uso do computador, o aspecto da falta de iniciativa é evidenciado por atitudes de espera em relação ao que fazer, como proceder, entre outras coisas.

6.3) *Satisfação/Insatisfação*: a satisfação se reflete através de um estado de prazer e/ou bem estar, conseqüente de ter atingido um objetivo proposto. No caso da programação, este aspecto pode ser evidenciado por gestos e verbalizações positivas em relação ao trabalho que está sendo realizado.

6.4) *Segurança/Insegurança*: na programação, a insegurança pode manifestar-se pelo receio de experimentar, pelo medo de errar, pela necessidade de confirmação do facilitador, entre outras. Enfim, a segurança é um estado de sentir-se ou não apreensivo sobre a realização futura de eventos ou das necessidades próprias.

6.5) *Desinibição/Retraimento*: no uso do computador, especificamente, na programação, a desinibição é evidenciada pela curiosidade em experimentar, realizar, agir, executar projetos explorando comandos de forma independente. Ou seja, a desinibição é um estado de não hesitar frente a uma ação. Por outro lado, o retraimento é um estado de bloqueio mental e/ou comportamental frente ao agir.

6.6) *Descontração/Tensão*: a descontração evidencia-se pelo fato do indivíduo se sentir à vontade frente a qualquer situação, durante a utilização do sistema em questão. A tensão nada mais é do que a condição de ansiedade e intranquilidade acompanhada de contrações musculares, apreensão e medo.

6.7) *Valorização pessoal/Desvalorização pessoal*: a valorização pessoal pode ser evidenciada por gestos e verbalizações feitas pelo aluno, no momento em que este consegue resolver situações e problemas, salientando sua capacidade. Este aspecto refere-se a atitude que é observada de estar satisfeito com as próprias qua-

- 5) As mensagens que o computador enviou foram adequadas para saber o quanto eu estava aprendendo.
- 6) É muito estimulante utilizar o programa.
- 7) Seria muito mais difícil aprender algumas noções que o sistema apresenta, sem o uso do mesmo.
- 8) Quando minhas ordens ou comandos estavam errados, o programa NÃO indicava por onde continuar ou o que fazer.
- 9) O programa mostra o "erro" feito por mim, de forma delicada, que não me constrangiu, e isso me estimulava mais para chegar no caminho certo.
- 10) Se eu quiser, o programa me permite ir mais devagar ou mais rápido na minha aprendizagem.
- 11) Me pareceu fácil aprender a lidar com o software.
- 12) Achei que as mensagens enviadas pelo programa não são convincentes.
- 13) Utilizando este programa, aprendi conceitos e noções que ainda NÃO tinha aprendido.
- 14) O que aprendi com o programa tem pouco uso prático.
- 15) Em alguns momentos, não tinham mais oportunidades nem caminhos para continuar trabalhando com o software.
- 16) Não gostei do que aprendi com este programa.
- 17) O programa me proporcionou a oportunidade de poder aprender e me exercitar de forma ininterrupta, até eu me sentir satisfeito com as respostas.
- 18) Em alguns momentos perdi a motivação de continuar trabalhando com o software pois não é fácil de usá-lo.

- 19) O programa me permitiu fazer práticas muito significativas.
- 20) Achei que o uso deste software desestimula o estudante na sua aprendizagem.
- 21) O nível de exigência do programa é muito alto.
- 22) Gostei da forma que o programa me anima para seguir trabalhando com ele.
- 23) NÃO foram suficientes as minhas noções computacionais para poder explorar o programa e suas potencialidades.
- 24) Acho que os alunos que trabalham com programas educacionais tem vantagens em relação aos que não usam, por desenvolver conhecimentos mais dinamicamente do que por outros métodos.
- 25) Este programa não me trouxe nada de novo e motivador.
- 26) Depois de ter utilizado o programa me sinto capaz de poder ensinar o que aprendí.
- 27) As cores utilizadas no programa mantêm a atenção do aluno.
- 28) As letras utilizadas são fáceis de ler.
- 29) Os tipos de letras que posso trabalhar são excitantes.
- 30) As janelas e os menus descendentes me deixavam confuso.
- 31) Gostei de aprender a trabalhar com recursos e técnicas que anteriormente não tinha trabalhado.
- 32) O program é auto-explicativo, não precisei fazer consultas ao facilitador.

- 33) Gostei da forma como é apresentado o programa.
- 34) O programa me estimulou a criatividade.
- 35) O programa proporcionou-me um ambiente de trabalho que se adaptou com meu estilo.
- 36) O programa me auxiliou com seu módulo de ajuda.
- 37) Achei o programa interessante.
- 38) O programa apresenta muitas informações por tela.
- 39) A aprendizagem foi válida.
- 40) Gostaria de participar novamente de experiências e provas de materiais educacionais computadorizados.

As respostas para os itens acima tiveram as seguintes opções:

- a) Concordo Totalmente;
- b) Concordo Parcialmente;
- c) Não Concordo;
- d) Discordo Parcialmente;
- e) Discordo Totalmente.

A partir dos instrumentos apresentados, foi feita a avaliação qualitativa do software.

Por outro lado e, como já foi mencionado, foi feita a avaliação quantitativa com a finalidade de ilustrar esta abordagem. Por essa razão, apresentaram-se

alguns aspectos, do ponto de vista educacional, que foram considerados os mais importantes, para poder realizar esta avaliação.

Avaliaram-se os seguintes aspectos:

1. Os objetivos propostos inicialmente foram atingidos, utilizando o software selecionado;
2. O software permitiu suprir as necessidades educativas detectadas;
3. A apresentação geral do programa, a nível de telas, é adequada;
4. O programa abranje uma ampla variabilidade de estilos de aprendizagem;
5. O programa possui um módulo de ajuda de boa qualidade;
6. A aprendizagem do programa é válida;
7. As mensagens dadas pelo programa são claras;
8. O software é auto-explicativo;
9. Tem uma facilidade muito grande do ponto de vista de aprendizagem e de utilização;
10. Tem uma boa portabilidade, à nível de independência de software e hardware;
11. Se adapta às necessidades do usuário;
12. Têm a capacidade de geração de outras aplicações educacionais;

13. O programa incentiva a capacidade criativa do usuário;
14. O programa fornece estímulos motivadores ao usuário;
15. O programa é interessante para o usuário;
16. O WinLogo é eficiente na comunicação usuário-sistema quanto:
  - 16.1. à memorização de comandos;
  - 16.2. à exigência de atenção;
  - 16.3. ao volume de informação/tela;
17. O programa é consistente quanto à entrada incorreta de dados;
18. Os resultados obtidos são esperados pelo usuário;
19. O programa pode ser utilizado sem dificuldade por diferentes tipos de usuários;
20. O programa incentiva a autonomia do usuário;

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos da avaliação do software selecionado.

## 5 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO

### 5.1 Caracterização do Sistema

O software avaliado é um ambiente integrado de programação e aprendizagem em linguagem LOGO, denominado **WinLogo** [WIN92]. O objetivo do programa WinLogo foi criar uma linguagem LOGO de programação, mas à altura dos avanços tecnológicos atuais, que respondesse aos anseios dos professores que trabalham com alunos de idades e problemáticas cognitivas muito diferentes.

Para isso, este ambiente é composto de uma interface gráfica para comunicação com o usuário, possui menus descendentes, janelas para os diferentes ambientes de trabalho, e mouse para facilitar a utilização de todos estes recursos. Além disso, este software tem várias possibilidades em termos de cor e resolução, tanto no vídeo quanto na impressora.

Foi aproveitada toda a idéia de trabalho já efetuado no LOGO IBM e no LOGOWRITER, mantendo o máximo de compatibilidade, a nível das primitivas e a nível de sintaxe. As inovações que foram realizadas tiveram sentido, pois foram integradas em perspectivas pedagógicas corretas. Para isso, encontram-se disponíveis ferramentas que facilitam a criação de micromundos e aplicações e, ainda, o editor de textos e de formas.

Como pode ser observado, foi criado um novo LOGO que rompe as limitações dos LOGOs anteriores, e explora as capacidades de configuração e adaptação a qualquer idade. Este programa foi particularmente selecionado para avaliação a nível computacional e pedagógico, por possuir todas as características de trabalho na linguagem natural do aluno. Como os softwares que existem no mercado são, na sua maioria, na língua inglesa, a linguagem de programação utilizada se resume em códigos e abreviaturas que os alunos dificilmente compreendem de onde vêm e

o que significam, simplesmente repetem. O WinLogo utiliza toda a linguagem em português e ainda, apresenta uma forma inovadora de trabalho. Por ser uma das primeiras versões que foram desenvolvidas, encontraram-se vários pontos no software que não foram desenvolvidos corretamente e que apresentam falhas. Entretanto, isto não impediu que os alunos utilizassem o sistema e serviu, como uma forma de descobrir, junto com o facilitador, as partes do programa que devem ser modificadas para tornar o software mais consistente.

Este ambiente integrado de programação e aprendizagem em linguagem Logo trabalha exclusivamente com janelas. As janelas mais importantes são as de **Gráficos**, **Textos** e de **Trabalho**.

O mundo de **Gráficos** é o mundo das tartarugas, onde aparecem representados os traços e estilos, os cenários e a escrita gráfica: este mundo gráfico é uma superfície plana limitada. Esta janela somente mostra uma parte dela. Ao contrário das outras áreas, nela pode-se determinar os limites do mundo em função das necessidades do usuário, independente da memória atribuída inicialmente.

No mundo dos **Textos**, o usuário pode ler o resultado das primitivas de escrita e as mensagens enviadas pelo WinLogo, isto é, os avisos quando se define um procedimento ou se detém a execução e, ainda mensagens de erro. Através das primitivas de interação, pode-se pedir ao sistema que leia um texto dentro desta janela. Esta área pode ser comparada com um rolo de papel com um comprimento fixo. Ao ultrapassar a sua capacidade, começa a empurrar todas as linhas que se escreveram em primeiro, para dar lugar a novas. Pode-se gravar o conteúdo deste ambiente em um arquivo, embora não seja possível recuperar arquivos dentro dele.

A área de **Trabalho** é o local onde se escrevem os comandos e as ordens que se desejam executar e, onde se faz a interação entre o usuário e o software, ou seja, onde ocorre a comunicação.

No entanto, existem outras janelas, inicialmente ocultas:

\* A área de **Formas**, onde se permite, através do seu editor, definir novas formas para a Tartaruga, quer criando-as de novo, quer modificando as já existentes. O WinLogo possui um conjunto de 128 formas pré-definidas, a primeira das quais se encontra em branco. Qualquer destas formas pode ser modificada ou recriada. Esta janela apresenta, ainda, um quadriculado onde poderá, facilmente, desenhar ou modificar as suas formas.

\* A área do **Editor**, onde se edita qualquer arquivo de texto, com as facilidades próprias de um processador de texto. Esta área pode ser comparada a um rolo de papel com um comprimento fixo que não pode ser ultrapassado. Ao contrário das áreas de **Trabalho** ou de **Textos**, caso se ocupar toda a capacidade do **Editor**, o usuário receberá uma mensagem indicando que a área está cheia. Esta janela somente mostra uma porção dela.

\* A área do **Verificador**, é a área que auxilia a verificação de erros no programa e ainda obtem-se informação a respeito do caminho que segue o interpretador ao executar os procedimentos. Se entre as instruções a executar, existir uma chamada a outra rotina, poderá ser observado como se realiza a mudança de parâmetros do procedimento principal para o chamado, assim como o valor de todos os parâmetros das rotinas em cada momento de execução. Ao carregar o WinLogo, esta janela não está visível. Para abri-la e torná-la ativa, tem que se escolher a opção **Verificador** do menu **Áreas**.

\* A área de **Variáveis**, é onde se pode ver o que está acontecendo com o conteúdo das variáveis definidas, enquanto se executa uma rotina. As variáveis a incluir devem estar definidas dentro do espaço de trabalho. Pode também utilizar-se como colaborador do verificador. Como a janela do **Verificador** não reflete o que ocorre com as variáveis globais ou locais definidas, para o seguimento de verificação de procedimentos, podem estar abertas estas duas janelas, durante a operação do verificador.

\* A área de **Ajuda**, oferece informação *on-line*, sobre os aspectos do WinLogo ou sobre a sintaxe de qualquer comando. O acesso à informação pode ser feito através de **Tópicos**, das palavras sublinhadas dentro da janela, de referências que o WinLogo contém, ou ainda, através da consulta direta a uma primitiva.

No WinLogo existe uma **Barra de Menus** que é um retângulo situado na parte superior da tela, onde se encontram as várias opções. Estas variam de acordo com a janela que se encontra ativa. Supondo que neste momento, a janela de **Trabalho** é aquela que se encontra ativa, as opções deste menu são as correspondentes a esta área. As opções comuns a todas as janelas são: **Áreas**, **Janelas**, **Sistema**, **Utilitários** e **Ajuda**.

Neste caso, o computador foi utilizado como uma *ferramenta* e, como pode ser visto, trata-se de um ambiente de exploração e descoberta, sendo que o enfoque que se encaixa com este tipo de software é o **heurístico**.

A pedagogia utilizada foi centralizada exclusivamente no aluno, isto é, o professor atuou como um "orientador" ou "facilitador" da aprendizagem. Assim, o aluno entrou em contato com algumas das mais profundas idéias em ciência, matemática e criação de modelos. A partir da construção de seus próprios conhecimentos, o aluno criou os seus micromundos, refletindo neles o conhecimento sobre um determinado assunto e seu estilo de pensamento.

O software WinLogo foi selecionado para fazer o estudo, pois este, com o auxílio do orientador, têm a capacidade de propor a resolução de problemas, onde os estudantes têm que aprender "fazendo" e participando e, não "observando". Assim, o aluno têm que resolver os problemas propostos, utilizando o que ele sabe, reque-rendo uma estratégia por parte do mesmo, aprendendo com seus erros e, redefinindo padrões, à medida que atingem o domínio do sistema.

O WinLogo promove uma participação ativa do aluno, para a busca, geração, e aplicação do conhecimento. Este oferece ao "facilitador" e aluno, a possi-

bilidade de viver experiências que, dificilmente se realizam utilizando outros meios, pois aproveita de forma adequada a interatividade e o processamento de informações que oferece o computador.

A seguir serão apresentadas as variáveis que foram avaliadas, do ponto de vista computacional e pedagógico. A partir daí, encontraram-se os aspectos positivos do programa, e os que faltam ser aperfeiçoados e/ou desenvolvidos, estudando assim, a viabilidade ou não do sistema em questão.

## **5.2 Qualidade Técnica - Ambiente de Hardware**

### **1. O programa permite portabilidade em outros ambientes de Hardware:**

O programa pode ser utilizado em qualquer ambiente de hardware desde que tenha no mínimo 640 kb de memória, um sistema operacional MS-DOS 2.0 ou superior e, dois drives de 5.25", um de 3 1/2", ou winchester. O programa pode ser utilizado com as placas gráficas CGA, Hércules, EGA, VGA 16 cores e 256 cores e MCGA.

O WinLogo, pelas características que apresenta, é considerado um programa portátil.

### **2. O programa exige winchester:**

Para obter um bom aproveitamento a nível de velocidade de processamento do programa, é necessário ter winchester.

### **3. O programa exige mais do que 1Mb de memória principal:**

O software exige 640 kb de memória principal.

#### **4. O programa exige placa gráfica:**

É necessário ter placa gráfica para execução do software.

#### **5. O programa exige monitor colorido:**

O WinLogo não exige monitor colorido para ser executado, mas sem este, o ambiente perde muito em qualidade, pois não poderá ser explorado adequadamente o mundo das cores, que contribui significativamente no nível pedagógico.

#### **6. O programa utiliza video:**

O programa não faz uso de video.

#### **7. O programa utiliza som:**

O software não utiliza nenhum tipo de som na sua execução. Mas, ele possui uma primitiva denominada SOM que atribuindo-lhe os valores da frequência e a duração deste, ela emite o som desejado.

#### **8. O programa exige mouse:**

O WinLogo não exige o uso de mouse, mas com a sua utilização os ambientes de trabalho serão melhor explorados e o software será manipulado de forma fácil.

### **5.3 Qualidade Técnica - Ambiente de Programa**

**1. O formato de apresentação das informações na tela é adequada quanto a:**

**1.1. Área de identificação do programa:** o programa possui a sua identificação ao longo de toda a sua execução.

**1.2. Área de identificação do estado do sistema:** o programa possui uma área de textos onde é avisado se estão faltando dados de entrada, ou se houve algum tipo de interrupção, mas não existe nenhuma área, ou alguma mensagem que diga se o programa está carregando algum arquivo, se está pendurado, executando, etc.

**1.3. Área de trabalho:** existe no ambiente em questão, uma área de trabalho bem identificada. Esta área é o canal de comunicação com o software, ou seja, o lugar onde o usuário escreve as ordens que se deseja executar.

**1.4. Área de mensagens:** nesta área aparecem as mensagens enviadas pelo sistema, isto é, os avisos quando se define uma rotina, ou se detêm a execução e, ainda, as mensagens de erro. Esta área é denominada no sistema de "área de textos". Ainda, existe a possibilidade de trocar a cor das mensagens, fazendo com que estas chamem mais a atenção do usuário em questão.

**1.5. Área de interação usuário-sistema:** esta área se confunde com a denominada "área de trabalho" do WinLogo (que já foi apresentada), pois é a interface de comunicação entre usuário e o sistema.

**1.6. Área de auxílio:** através desta janela, obtém-se informação sobre diferentes aspectos do WinLogo e, o acesso a estas informações é feito através dos tópicos, das palavras sublinhadas dentro da janela, de referências que o programa contém ou, ainda, da consulta a uma primitiva. Esta janela funciona em certos casos, dependendo do auxílio que se ativou mas, em geral, ela não proporciona nenhum esclarecimento a mais do que aquele que existe no manual de referência das primitivas e das janelas de trabalho. De forma global, esta área é muito fraca e precisa de vários melhoramentos para poder auxiliar significativamente os usuários.

## **2. O programa permite a reversibilidade de ações:**

O programa não permite reversibilidade de ações.

### **3. O volume das informações/tela é adequada:**

O volume de informações apresentado por tela é adequado. Na maioria das áreas de interação com o usuário a janela, ao ultrapassar a sua capacidade, começa a empurrar todas as linhas que se escreveram, ou foram enviadas em primeiro lugar, para permitir a introdução de novas mensagens. Isto faz com que o volume de dados armazenados em um tela não seja muito grande.

### **4. O programa realiza suas funções sem desperdício de seus recursos:**

Este programa, como não possui muitos recursos adicionais, a não ser o mouse, não se leva em conta este item.

### **5. O programa é rápido no processamento de informações:**

No momento em que se realiza alguma atividade na janela de gráficos e se deseja continuar trabalhando, o programa é muito lento no processamento de informações. Por exemplo, no momento em que se ativa outra janela, ele refaz a janela de gráficos, consumindo muito tempo de processamento, para depois executar o que foi requerido pelo usuário.

### **6. O agrupamento de ações é consistente a nível de cardápios:**

De forma global, o agrupamento de ações a nível de cardápios, é bastante consistente. Foram utilizados nomes que se associam claramente com a ação que irão executar, facilitando a navegação do usuário. Também, é possível desenvolver macros, para que os usuários com experiência no sistema, possam utilizar atalhos diminuindo, assim, o tempo de interação através dos cardápios.

### **7. O programa tem integridade quanto à entrada de dados:**

O sistema possui um rigoroso controle de dados de entrada, não permitindo utilizar primitivas ou tipos de dados que não foram anteriormente definidos.

Quando é introduzido algum dado incorreto, ele trata este, não como uma punição ou reagindo de forma hostil, mas sim, envia mensagens que, em princípio não inibem o usuário, dando continuidade ao trabalho. É possível que esta versão do programa WINLOGO, por não ser a versão final, possui certas falhas que fazem o sistema pendurar sem enviar nenhum tipo de mensagem ao usuário.

#### **8. Reutilizabilidade do programa:**

As funções do WINLOGO podem ser utilizadas para a criação de outras ferramentas educacionais e, além disso, existe a possibilidade de desenvolver telas com outros programas, podendo utilizá-las dentro do próprio LOGO.

#### **9. Para utilizar o programa é necessário possuir um conhecimento prévio de noções computacionais:**

É interessante ter algum tipo de noção em linguagem LOGO para facilitar o entendimento e o manuseio do sistema. Quem possui experiência no ramo, explora o sistema de maneira significativa. Mas mesmo assim, não possuindo nenhum tipo de conhecimento na área em questão neste programa, as noções computacionais, são apresentadas de forma inovadora e motivadora para o usuário inexperiente.

#### **10. O sistema é de fácil uso e manipulação:**

O programa oferece facilidades na manipulação das ações que são executadas. Apesar da área de auxílio não estar completa, não possuindo uma ampla gama de exemplos para melhor entendimento do usuário, o software em geral é muito fácil de utilizar e manusear.

#### **11. O sistema utiliza um vocabulário simples para o usuário:**

Para o usuário inexperiente na área computacional, não é trivial entender certas noções que aparecem nos menus do sistema. O programa envia mensagens objetivas de algum possível erro, mas não dá nenhuma dica de como contorná-lo.

## 12. O video/som podem ser ativado(s)/desativado(s) pelo usuário

Não existe nenhum tipo de advertência sonora ao usuário.

## 13. A documentação contém:

### 13.1. Manual do usuário:

**13.1.1. completo:** existe um manual específico para o usuário e são definidas as funções que poderiam ser utilizadas pelo mesmo. Este auxilia na aprendizagem, apresentando diferentes exemplos de programas que podem ser desenvolvidos utilizando as primitivas da linguagem. Mesmo assim, este manual não é considerado completo na medida em que não aborda exaustivamente as funções que poderiam ser exploradas pelo usuário.

**13.1.2. claro:** as funções que existem no manual são claramente explicadas, mas é provável que para o usuário que não possui conhecimentos prévios computacionais, o manual seja de difícil entendimento.

### 13.2. Manual do sistema:

**13.2.1. completo:** existe um manual de referência, onde são explicadas todas as primitivas e as janelas de trabalho, que podem ser utilizadas pelo sistema.

**13.2.2. claro:** às vezes, as funções explicadas no manual não são claras e nem possuem exemplos que possam esclarecer dúvidas. Resta, então, fazer os próprios testes utilizando as primitivas para compreender o seu funcionamento.

## 14. O programa tem a possibilidade de navegação por mais de um caminho para chegar em um mesmo objetivo:

Este programa não é considerado linear, ou seja, ele possui mais de um caminho de navegação, que pode ser criado e desenvolvido pelo próprio usuário que queira atingir o mesmo objetivo de diferentes formas.

**15. O programa é aceitável quanto ao custo/benefício, no que se refere:**

**15.1. somente ao reforço de uma matéria:** a partir do WINLOGO, podem ser desenvolvidos materiais instrucionais que reforcem a aprendizagem de uma determinada matéria. Assim, o custo do sistema é benéfico do ponto de vista educacional.

**15.2. a capacidade de substituição de um professor:** a utilização do programa exige a participação de um facilitador que participe do processo de ensino/aprendizagem do sistema. O professor, dificilmente será dispensado, pelo contrário, é necessário que ele faça propostas desafiadoras aos seus alunos, incentivando o uso do software.

**16. O programa tem a possibilidade de leitura do seu fonte para:**

**16.1. ser modificado:** no WINLOGO, existe a possibilidade de modificar os seus elementos e estruturas do programa, através de macros. Mas não é possível fazer a leitura do programa fonte. A incorporação de novos propósitos educacionais pode ser realizada mediante as primitivas existentes no sistema.

**16.2. serem inseridos módulos de trabalho:** da mesma forma que são modificados os elementos do software, é possível inserir módulos de trabalho para enriquecer o processo educacional.

**16.3. serem deletados módulos de trabalho:** os módulos de trabalho pré-definidos pelo projetista não são possíveis de deletar, a não ser que estes sejam modificados através de macros.

**17. O programa é auto-contido:**

O programa é considerado auto-explicativo para usuários que possuem conhecimentos prévios de computação. Utilizando os manuais e o módulo de ajuda, é possível aprender a lidar com o sistema.

**18. O programa é uma ferramenta básica:**

O programa propriamente dito é uma ferramenta de construção de conhecimentos e conceitos podendo ser utilizado de forma significativa no processo de desenvolvimento da cognição, independente do tipo de usuário envolvido no processo.

**19. O programa é uma ferramenta aplicada:**

Através do WINLOGO é possível criar ferramentas aplicadas a outras áreas de interesse. O sistema em sí, não é considerado uma ferramenta aplicada.

**20. A interface com o usuário é amigável:**

O programa é fácil de aprender e, no momento em que se tem uma certa familiaridade com ele, é simples de utilizá-lo. O sistema é claro na apresentação das suas informações e, de forma geral, a interface dele é considerada amigável para o usuário.

**21. O programa possui um sistema de segurança para que o usuário só possa ter acesso ao seu ambiente de trabalho:**

Não existe nenhum tipo de restrição quanto ao acesso do usuário no sistema.

**22. O programa possui um sistema manual de interrupção de sua execução e a possibilidade de retornar de forma fácil e segura:**

Existe a possibilidade de poder interromper o programa a qualquer momento indo para o sistema operacional e, através de um comando voltar exatamente no mesmo ponto onde ocorreu a interrupção, desde que o computador não seja desligado.

**23. O programa pode ser abandonado de qualquer módulo de trabalho:**

Para poder abandonar o programa, é necessário acessar o menu principal ou, ainda, ir até a área de trabalho que se encontra ativa durante a execução do sistema e, a partir daí, digitar o comando que abandona o software.

## **5.4 Análise Pedagógica do software**

### **5.4.1 Observações do facilitador**

As aulas, de modo geral, tiveram as seguintes características, baseando-se nos aspectos apresentados no capítulo anterior:

1) Os alunos apresentaram muita habilidade ao manejar o mouse, abrindo e fechando facilmente as janelas de trabalho. Cabe destacar que estes nunca tinham utilizado o mesmo;

2) Aprenderam com muita rapidez a utilizar o software;

3) Demonstraram muito interesse em conhecer o programa;

4) Observou-se que de uma semana para outra, os alunos lembravam os comandos ensinados e a lógica dos programas desenvolvidos por eles, anteriormente;

5) No final da primeira aula os alunos estavam tão motivados com o software utilizado, que requereram mais tempo na frente do computador. Assim, as aulas passaram a ser de 1 1/2 hora a 2 horas de duração, em média, ao invés de 1 hora, como era no início;

6) Demonstraram muita atenção em relação aos comandos e procedimentos que davam um *feedback* imediato na tela;

7) Quando foi apresentado o primeiro desafio, eles não se mostraram muito seguros. Mas aos poucos, foram se soltando, não demonstrando tanto medo de errar, e conseguiram descobrir a forma de proceder, sem a ajuda do facilitador;

8) Observou-se que, quando se tratava de explicar o funcionamento de comandos que envolviam um maior raciocínio, os alunos, em alguns momentos, dispersaram a atenção;

9) Alguns alunos apresentaram, no início das aulas, perseverança no teclado, isto é, apertavam determinadas teclas inúmeras vezes de forma desordenada e compulsiva;

10) De modo geral, adequaram o uso do mouse, às necessidades advindas do software;

11) Observou-se um interesse muito grande por parte de todos os alunos. Existiu uma motivação intrínseca que guiou o comportamento do aluno em uma certa direção e, ainda, para atingir os objetivos propostos;

12) O interesse foi evidenciado no computador, pela necessidade que os alunos tiveram em descobrir e conhecer por sí mesmos os comandos, experimentar efeitos do software e buscar informações não apresentadas anteriormente;

13) Foi observado um certo egocentrismo nos alunos que trabalharam em dupla, não aceitando outros pontos de vista do seu colega e, ainda, não deram lugar para o outro trabalhar quando terminava o seu tempo;

14) Não foi observada nenhuma saída constante para outro tipo de atividade, vontade de parar de trabalhar e nem distração;

15) A linguagem computacional utilizada no WINLOGO, foi absorvida rapidamente pelos alunos, principalmente por se tratar de uma linguagem em português.

15.1) A nível de sintaxe, as ordens foram bem formadas (instruções) e, foi observada uma boa recepção quanto ao trabalho com programação propriamente dita. Não apresentaram muitos erros de sintaxe, nem troca de letras nos comandos, já que a linguagem utilizada assemelha-se à linguagem natural (pode ser utilizado o comando inteiro ou sua abreviatura).

15.2) A nível semântico, foi muito bem compreendido o significado de cada comando e instrução, assim como o significado de um programa ou sistema de programas.

15.3) As mensagens de erro foram muito bem aceitas, pois o software trata-o de forma não agressiva.

15.4) Não foi observado nenhum tipo de dificuldade em tolerar o ato de "não conseguir". Assim, não se apresentou nenhum tipo de frustração. O erro foi encarado como um desafio a ser atingido; não foi observada a intolerância ao mesmo, pois o aluno não se preocupou em apagar as mensagens de "erro" na janela de textos, e não recomeçou a sua atividade, resistindo à correção;

16) Demonstrou-se uma ótima habilidade para produzir novas formas de atingir o mesmo objetivo e, de solucionar problemas por diferentes tipos de métodos (novos). Assim, evidenciou-se uma ótima criatividade em poucas horas de uso do software;

O WinLogo, por suas características construtivas devido à modularidade, recursividade e plasticidade, evidentemente contribuiu para um atuar criativo. À medida que o aluno ia se familiarizando com o sistema, aprendendo e descobrindo coisas novas, abriram-se inúmeras possibilidades de expressão que ele desconhecia, tendendo a desaparecer as atitudes de inibição.

17) Observou-se uma antecipação do efeito de um comando WINLOGO, de modo direto e na programação propriamente dita. Através do papel e do lápis, os alunos simularam o procedimento que estava sendo construído para um determinado fim. No caso de ter feito algum erro no programa, os alunos recomeçaram a simulação no papel e, também de forma lúdica, para depois passar a idéia para o computador;

18) Observou-se muita autonomia por parte dos alunos, mas no início do trabalho, apresentaram alguns momentos de dependência, advinda da insegurança de escrever e executar as instruções mas, próprias do começo de um trabalho desconhecido que está sendo desenvolvido. Logo depois, evidenciou-se a independência do aluno em relação ao facilitador no desenvolvimento de seus projetos;

19) No início, não observou-se muita habilidade de agir e tomar decisões por conta própria. Alguns alunos demonstraram atitudes de espera em relação ao que fazer e como proceder. Isto foi evidenciado pois os alunos não estavam acostumados com este tipo de ambiente de ensino-aprendizagem, onde trabalham de forma independente, descobrindo e explorando o micromundo do software;

20) Os alunos sentiram-se trabalhando com muito prazer e bem-estar, evidenciado pelos gestos e verbalizações na conclusão de um determinado projeto;

21) No início do trabalho, alguns alunos apresentaram receio de experimentar, medo de errar e necessidade de confirmação do facilitador. Ao longo dos encontros, estes fatores foram minimizados pela familiaridade com o software;

22) Não foi observado nenhum tipo de bloqueio mental e/ou comportamental frente ao computador. Pelo contrário, muita disinibição, isto é, curiosidade em experimentar, realizar, agir, executar projetos, explorando comandos de forma independente;

23) Durante a utilização do software, observou-se muita descontração, evidenciado pelo fato de "estar a vontade" frente ao programa;

24) Na programação, foram manifestados gestos e verbalizações positivas quando o aluno conseguia resolver as situações de desafio propostas pelo facilitador ou por ele mesmo. Foi observado que estes se valorizavam cada vez mais, no momento em que conseguiam resolver os problemas, utilizando a sua própria capacidade.

#### 5.4.2 Descrições dos alunos

Depois de finalizar, em média, as 26 horas de aula, outro dos instrumentos utilizados para fazer a avaliação pedagógica, foi uma descrição feita pelos alunos a respeito de tudo o que eles sentiram, utilizando o software.

Um deles descreveu que teve uma satisfação muito grande em desenvolver cenários, utilizando todas as cores do programa. Este gostou de aprender a manipular o mouse, enfatizando que foi uma oportunidade nova que teve sentindo-se, em poucas aulas, familiarizado com o mesmo. A apresentação inovadora do WinLogo, através de janelas e menus descendentes, fez com que o aluno ficasse fascinado e curioso com esta nova forma de trabalho. Também, ele salientou a possibilidade de criar inúmeras figuras neste software, dando-lhe oportunidades de utilizar a imaginação e a criatividade. Por último, concluiu que, aprendendo a manusear este programa, sentiu-se mais motivado em aprender a utilizar outros, inclusive mais seguro e capacitado para usar o computador, de maneira geral.

O segundo, salientou a facilidade de utilizar a linguagem de programação e, entender as mensagens enviadas pelo programa. Desta forma, o aluno descreveu que a aprendizagem foi clara, interessante e significativa. Também, este manifestou uma satisfação muito grande ao utilizar as cores que o programa ofereceu-lhe. Ele enfatizou que, o próprio software fez com que ele gostasse de aprender a utilizá-lo e disse, ainda, que estava tendo essas aulas porque queria e gostava e, se sentia cada vez mais motivado em aprender coisas novas. Não lhe perturbaram as mensagens de erro enviadas pelo computador e não se constrangiu em recebê-las, pois afirmou

que este é delicado na forma de tratá-las; pelo contrário, sentiu-se estimulado para descobrir o procedimento certo. Enfim, este aluno concluiu que, achou o software muito interessante e ressaltou o desejo de continuar este trabalho e ainda, aprender a utilizar qualquer outro tipo de programa educacional.

O terceiro e último enfatizou, principalmente, que ele se sentiu "a vontade" ao utilizar o programa, pois usa a linguagem natural. Salientou que as cores do WinLogo o mantiveram estimulado para criar os mais variados cenários, utilizando o máximo de colorido na tela. Para este aluno, o mouse foi um recurso novo e, ele se manteve fascinado o tempo todo ao ativar e desativar as janelas e os menus, com o uso deste. Finalmente, ele sentiu-se animado para criar diversas formas no editor e, ainda, utilizar as outras 128 que existem no programa.

Depois da descrição feita pelos alunos, a avaliação do software teve continuidade com a aplicação do questionário anteriormente apresentado.

#### 5.4.3 Análise do questionário aplicado aos alunos sobre a utilização do software WinLogo

Apesar dos alunos terem trabalhado em dupla e individualmente, as respostas não tiveram muita variação; pelo contrário, quase todas foram unânimes para a mesma questão.

Questão 1) Todos responderam que aproveitaram o tempo utilizado com o software, mas não totalmente, pois alegaram que gostariam de ter ficado mais tempo na frente do computador.

Questão 2) Os três alunos concordaram totalmente com esta questão. Um deles, salientou que sentiu muita curiosidade para seguir descobrindo mais coisas em relação ao software, advinda de desafios propostos por ele mesmo.

Questão 3) Dois alunos concordaram totalmente com a questão, e um parcialmente.

Questão 4) Todos discordaram totalmente desta questão e, ainda, fizeram observações dizendo que gostaram muito de trabalhar com o software, e que ficaram interessados o tempo todo, mas foi uma pena que o tempo passou tão rápido e durou tão pouco.

Questão 5) Concordaram totalmente com este item, pois sabiam através das mensagens que o programa enviou, se eles estavam procedendo de forma certa ou não, no desenvolvimento de alguma tarefa.

Questão 6) Os três alunos sentiram-se estimulados o tempo inteiro para trabalhar com o software e, com os problemas propostos por eles mesmos e pelo facilitador.

Questão 7) Concordaram plenamente com a questão, já que realmente os alunos aprenderam noções espaciais, geométricas, de lógica, entre outras, que nunca tinham visto e, seria mais difícil de aprender estes conceitos fora do computador.

Questão 8) Neste item os alunos diferiram bastante nas suas opiniões. Dois concordaram com a questão, pois quando o usuário escreve um comando, ou uma série de instruções de forma errada, o programa só envia uma mensagem dizendo que "ele não entendeu o comando", mas não diz o que fazer ou de que forma proceder. O outro participante sentiu-se seguro com as mensagens enviadas pelo programa e, a partir delas, ele salientou que modificava os comandos ou os parênteses mal colocados.

Questão 9) Os alunos concordaram totalmente com a forma em que o software trata o "erro", não se sentindo constrangidos com este, e nem desestimulados em continuar trabalhando. Um dos participantes concordou plenamente, mas foi observado pelo facilitador que, às vezes, este tinha uma sensação de desconforto cada vez que a mensagem de "erro" aparecia. Em geral, ele continuava trabalhando

normalmente, mas em alguns momentos, a atitude foi apagar rapidamente as mensagens.

Questão 10) Como se trata de um programa onde o objetivo básico é aprender a utilizar a linguagem de programação e desenvolver procedimentos, este acompanhava o ritmo do aluno na sua aprendizagem. Eles concordaram com a questão.

Questão 11) Os alunos aprenderam a utilizar rapidamente o software e acharam, por unanimidade, muito fácil de aprender a manipulá-lo pois, entre outras coisas, trata-se de uma linguagem de programação em português.

Questão 12) Eles acharam que as mensagens enviadas pelo programa foram, realmente, convincentes.

Questão 13) Concordaram com este item, já que como foi dito na questão 7, eles aprenderam noções e conceitos novos, de forma mais dinâmica, lúdica e interessante.

Questão 14) Os alunos discordaram totalmente da questão, pois afirmaram que, além deles se familiarizar muito com o computador em sí, aprenderam conceitos que utilizarão futuramente.

Questão 15) Discordaram totalmente, pois existiam inúmeras formas de realizar a tarefa proposta, de ativar as janelas desejadas, menus, etc.

Questão 16) Os três alunos discordaram deste item e, salientaram com foi fascinante aprender a lidar com o software.

Questão 17) Concordaram plenamente pois, realmente foi observado que eles não desistiram de nenhuma tarefa, até não se sentirem satisfeitos com o resultado adquirido.

Questão 18) Um dos participantes discordou parcialmente pois, em alguns momentos, foram manifestadas situações de bloqueio ao não conseguir realizar um desafio. Os outros dois, discordaram totalmente da questão e afirmaram, que em instância alguma, se sentiram com vontade de interromper o trabalho, por não atingir a meta proposta.'

Questão 19) Concordaram totalmente com este item, pois os três conseguiram desenvolver capacidades desconhecidas para eles, como a auto-confiança, a autonomia, a segurança e a iniciativa própria manifestada ao utilizar o software.

Questão 20) Os alunos discordaram totalmente da questão e, salientaram que o programa estimula até um adulto, ao utilizar e desenvolver capacidades nele, que o animarão na sua aprendizagem.

Questão 21) O mesmo aluno que em alguns momentos se sentiu bloqueado na sua aprendizagem, respondeu que o nível de exigência do programa é razoavelmente alto. Foi observado que este usuário era mais lento nas suas decisões, o entendimento em relação ao que era apresentado e ensinado era mais retardado do que os outros dois e, ainda, este não era tão rápido no desenvolvimento das tarefas propostas. Por outro lado, os dois alunos que trabalharam em dupla, e discutiam os assuntos, afirmaram que o nível de exigência não era alto, pelo contrário, encontrava-se dentro de um padrão perfeitamente absorvido por eles.

Questão 22) O programa em sí, a forma como ele se apresenta, suas janelas de trabalho, menus descendentes, a utilização de cores e uma ampla gama de formas para criar cenários, entre outras, cativou a atenção dos alunos, mantendo-os animados o tempo em que utilizaram o software. Os três concordaram totalmente com a questão levantada.

Questão 23) Os alunos concordaram parcialmente com este item, já que as noções computacionais que eles possuíam só serviram para entender o funcionamento do programa, seus comandos e ter familiaridade na utilização de softwares

educacionais. Mas, para poder explorar as potencialidades do sistema e se aprofundar nele, foram precisas várias sessões de introdução e aprendizagem de novas formas de utilização, para manipular o programa.

Questão 24) Concordaram plenamente com o fato de que um aluno que sabe utilizar softwares educacionais, possui inúmeras vantagens em relação aos que não tem a oportunidade de trabalhar com eles, pois com o uso destes se desenvolvem novos conhecimentos.

Questão 25) Discordaram totalmente da questão que foi levantada em relação ao programa, que não trouxe nada de novo e motivador.

Questão 26) Todos se sentiram totalmente seguros para transmitir os conhecimentos adquiridos com a utilização do software. Este fato ressalta a segurança que se desenvolveu neles, do início até o fim do trabalho realizado.

Questão 27) Os três alunos gostaram muito das cores apresentadas pelo programa.

Questão 28) Concordaram totalmente com esta questão, pois eles tinham a possibilidade de mudar a letra de trabalho, mesmo achando que era fácil de ler, caso quisessem modificar um pouco a apresentação do software.

Questão 29) O programa apresenta no menu, uma opção que tem vários tipos de letras que podem ser utilizadas no programa. Os alunos tiveram muitas atividades usando este recurso e, de forma geral, estavam sempre estimulados para realizar as tarefas propostas.

Questão 30) Discordaram totalmente deste item pois, mesmo sendo um tipo de técnica nova, estes logo se familiarizaram com o programa e ficaram excitados em utilizá-lo.

Questão 31) Como foi dito anteriormente, os alunos adoraram trabalhar com as técnicas e os recursos novos que foram apresentados a eles, através deste software.

Questão 32) O programa não é auto-explicativo e também, não é simples realizar a aprendizagem do mesmo por conta própria, tratando-se de uma criança. Por esta razão, os alunos precisaram fazer inúmeras consultas ao facilitador. Eles não concordaram com esta questão.

Questão 33) Os três alunos gostaram muito da forma como é apresentado o programa, pelos aspectos anteriormente já mencionados.

Questão 34) Concordaram totalmente com este item, pois sentiram que desenvolveram novas idéias, objetos, criaram as mais diversas formas e solucionaram problemas da maneira que estes acharam a mais adequada.

Questão 35) De forma geral, afirmaram que o ambiente de trabalho proporcionado pelo software, se adaptou ao estilo de trabalho próprio de cada um.

Questão 36) Discordaram totalmente desta questão, pois descobriram que o módulo de ajuda possui muitas falhas, não é explicativo e, não auxiliou em nada a aprendizagem dos alunos, quando se tratava de alguma dúvida ou algum conceito desconhecido.

Questão 37) Os três concordaram plenamente com este item, pois foi demonstrado durante todo o trabalho uma necessidade própria de conhecer os comandos, aprender conceitos novos, experimentar o desconhecido, manusear o equipamento, e buscar informações. Isto refletiu um interesse muito grande pela utilização do software em estudo.

Questão 38) Os alunos não concordaram com a questão, pois não se sentiram confusos, desgastados por ler tanta informação, ou ainda, que perderam a atenção, pela quantidade de informação contida em cada tela.

Questão 39) Todos concordaram totalmente com o que diz a respeito à validade da aprendizagem. Fizeram observações muito significativas em relação ao que aprenderam e desenvolveram com a utilização deste software e à curiosidade e motivação que desencadeou neles para conhecer outros tipos de sistemas. A validade do trabalho pode ser constatada a partir da análise da resposta da próxima questão.

Questão 40) Os alunos ficaram muito satisfeitos com o trabalho que foi desenvolvido nas 26 horas de aula e, requereram ao facilitador, novas oportunidades de participar nestes tipos de experiências.

A seguir, será apresentada uma análise dos resultados obtidos, justificando a viabilidade ou não do sistema.

## 6 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 6.1 Análise Qualitativa do software

Como já foi mencionado, o papel do professor, segundo o ambiente de trabalho utilizado, foi o de "facilitador". Portanto, durante toda a aplicação do sistema, foram propostas situações desafiadoras, provocando momentos de desequilíbrio no aluno e, fazendo com que este solucione os problemas de forma independente e autônoma. Assim, estes desenvolveram seus conhecimentos, através da reflexão, encontrando o seu próprio caminho. O "orientador" conviveu com os alunos, observando os seus comportamentos, conversando, perguntando e sendo interrogado por eles. Assim, o processo de ensino-aprendizagem seguiu uma linha pedagógica construtivista, por ser considerada a mais adequada em relação ao que se pretendia desenvolver nos alunos, não enfatizando nenhum pólo e, onde o usuário e a máquina foram analisados conjuntamente.

Os resultados encontrados neste trabalho refletiram a necessidade de fazer algumas melhorias no software em questão. Entre elas:

(1) a elaboração de um módulo de ajuda que seja interativo e não *on-line*. Assim, os usuários poderão trabalhar de forma mais independente, sem precisar fazer tantas consultas ao "facilitador", desenvolvendo significativamente a autonomia do aluno;

(2) através do trabalho cooperativo entre alunos e orientador, chegou-se a um consenso da necessidade de criar no software uma janela em que se possa utilizar conjuntamente, o editor de textos e o de gráficos. Este aspecto surgiu da lentidão no tempo de processamento, quando se trabalhou com o texto e as formas criadas pelos usuários;

(3) já que o software é mais completo que o programa LOGO, este teria que possuir tudo o que o outro possui e mais todos os outros recursos que justificam o seu uso. Mas, encontraram-se algumas funções que não existem no WinLogo e existem no LOGO como, por exemplo, carimbar toda uma figura com a mesma forma. Nesse sentido, deveriam existir mais funções pré-definidas;

(4) outro aspecto a ser ressaltado é na confecção de cenários, quando se trata de pintar figuras utilizando diferentes cores. O contorno da figura têm que ser da mesma cor que ela será pintada pois, caso contrário, vaza tudo. Este foi um ponto discutido pelos alunos e, eles chegaram a um consenso que têm que ser alterado este item para melhorar o desempenho do sistema;

(5) teria que ter uma janela que, através de mensagens adequadas, mostrasse o estado em que o sistema se encontra. Ou seja, carregando algum arquivo, fora do ar, etc, pois são escassas as mensagens enviadas pelo software;

(6) os ítems do menu e das janelas deveriam possibilitar ações mais familiares aos usuários, levando em conta que estes, na sua maioria, são crianças e que não compreendem o significado dos mesmos. Para isso, é necessária a criação de termos que sejam mais familiares para seus usuários;

(7) seria interessante utilizar na interface, outros tipos de comunicação com o usuário, como a verbal, sonora ou gráfica, para que seja possível um melhor aproveitamento e desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem;

(8) prover mais opções para o usuário, permitindo que veja e escolha, ao invés de memorizar e digitar;

(9) as ações do usuário devem ser facilmente reversíveis;

(10) prover *feedback* imediato utilizando uma linguagem mais natural com o usuário, como ícones, palavras, sons, e não código de máquina;

(11) a interface poderia ser mais atrativa;

Baseando-se então, nos casos estudados e analisando os resultados de todos os instrumentos utilizados para a avaliação, pode-se concluir as seguintes questões, do ponto de vista do analista/facilitador:

O software educacional **WinLogo**:

1. Tem uma facilidade muito grande do ponto de vista de aprendizagem e de utilização;

2. Foi considerado uma ferramenta que possui uma boa apresentação à nível geral de programa;

3. Possui uma boa diagramação das telas;

4. Tem uma boa portabilidade, à nível de independência de software e hardware;

5. Se adapta às necessidades do usuário:

O grau de visibilidade do WinLogo em se adequar às necessidades do usuário, proporciona individualização no uso do sistema e, pode levá-lo a começar o trabalho em um nível mais abaixo de dificuldade. Este nível irá sendo incrementado à medida que o usuário deseje realizar tarefas mais complexas. Caso o resultado da avaliação tenha sido 0, verificar com os alunos as implicações educacionais;

6. Tem a capacidade de geração de outras aplicações educacionais;

7. O programa incentiva a capacidade criativa do usuário:

O programa WinLogo, tem a capacidade de oferecer estímulos aos usuários para que eles desenvolvam sua criatividade, sem seguir uma padronização dada por este;

8. O programa fornece estímulos motivadores ao usuário:

Esta característica do software em questão, possibilita que o usuário desenvolva suas aptidões de forma pessoal. Caso o resultado da avaliação tenha sido 0, o programa é pouco recomendável a nível educacional;

#### **9. A apresentação do programa é interessante para o usuário:**

Muitas vezes os programas visualmente interessantes são associados à idéia de uso de cores, gráficos e animações. Desta forma, o uso destes recursos traz muitas vantagens quando usados, por exemplo, para: aliviar os olhos (usar cores harmônicas), chamar a atenção do usuário para partes da tela (áreas de exibição de mensagens), enfatizar a organização lógica da tela, utilizar ícones, entre outras. Através da aplicação do WinLogo, pode-se concluir que este é um programa sumamente interessante para o usuário;

#### **10. O WinLogo é eficiente na comunicação usuário-sistema quanto:**

**10.1. à memorização de comandos:** este item refere-se à retenção e recordação de seqüência de comandos e movimentos no programa em relação ao usuário. Quando se utiliza o programa WinLogo, a estrutura deste é bastante adequada de forma tal que possibilita o indivíduo a reter o mínimo de comandos necessários para a utilização do mesmo;

**10.2. a exigência de atenção:** geralmente, a atenção é medida através do tempo em que a pessoa se dedica a uma determinada tarefa. Neste caso, o programa é bem envolvente de forma tal que prende a atenção do usuário, não exigindo muita concentração para execução do mesmo;

**10.3. ao volume de informação/tela:** este aspecto refere-se ao tempo gasto pelo usuário em ler informações na tela. Se o volume for muito grande, o resultado do uso do programa não proporciona um trabalho prazeroso, ou seja, este se torna desgastante e o usuário perde o interesse facilmente. Nesse sentido o

WinLogo, pela técnica que utiliza nas estruturas das telas, não armazena muitas informações por tela;

**10.4. ao ritmo de aprendizagem:** geralmente, o ritmo de aprendizagem de um indivíduo é medido através do tempo gasto para aprender a utilizar uma ferramenta. Neste caso, avaliou-se o tempo que o usuário consumiu no processo de ensino-aprendizagem do programa. Os usuários, de forma geral, aprenderam a utilizar o software rapidamente;

De maneira geral, avaliando este critério dos pontos de vista apresentados, e caso o resultado tenha sido 0, este software não é indicado para uso educacional.

**11. O programa é consistente quanto à entrada incorreta de dados:**

Algumas vezes, usuários novatos não entendem algumas funções dos dispositivos de entrada/saída e, por essa razão, podem entrar com dados incorretos ou incompletos. Além disso, a atividade motora deficiente pode ser um outro motivo de entrada de dados incorreta. A tolerância do programa em aceitar esses dados e continuar a executar, apontando a falha do usuário, é um aspecto muito importante em programas com propósito educacional. O WinLogo tem um controle muito rigoroso na entrada de dados incorretos;

**12. Os resultados obtidos são esperados pelo usuário:**

A satisfação é um estado de prazer e/ou bem estar conseqüente de ter atingido um objetivo. Os resultados obtidos pelo usuário muito diferentes dos esperados e indicados no manual do programa, ocasionam desconforto, insatisfação e o desestimulam. Por esse motivo, é importante que o manual que acompanha o programa não superdimensiona a potencialidade do software educacional. Assim, não será criada uma expectativa de que com o programa são alcançados ganhos significativos no processo de aprendizagem. Através das descrições feitas pelos usuários da

amostra e pelas observações do "facilitador", este aspecto foi evidenciado por gestos e verbalizações, demonstrando muito prazer e bem-estar;

**13. O programa pode ser utilizado sem dificuldade por diferentes tipos de usuários:**

Esta característica refere-se à facilidade de utilização do sistema por qualquer tipo de usuário, isto é, a possibilidade do programa oferecer facilidades na sua manipulação das funções previstas. Assim, não é necessário que um usuário, sem conhecimentos prévios da área, tenha que fazer algum tipo de treinamento para, depois, poder utilizar o software. Os usuários utilizados na amostra, já tinham alguns conhecimentos de computação e da linguagem LOGO. Dessa forma a aprendizagem foi mais rápida mas, o programa é muito interessante para usuários sem nenhuma experiência na área e não é difícil de aprender a manipulá-lo;

**14. O programa incentiva a autonomia do usuário:**

Apesar das mudanças sugeridas conjuntamente pelo facilitador e pelos alunos, foi visto de que, modo geral, o WinLogo têm a capacidade de promover uma aprendizagem com graus de dificuldade controlada pelo próprio usuário. Possibilitou um trabalho autônomo, durante todas as fases de utilização do programa. A autonomia do usuário implicou em uma situação educacional também autônoma. Tratando-se da utilização deste software educacional, a autonomia evidenciou-se, principalmente, pela independência do aluno em relação ao facilitador no desenvolvimento do seus projetos ou, simplesmente, na aprendizagem do sistema;

**15. Supriu as necessidades educativas detectadas;**

**16. Atingiu os objetivos propostos inicialmente;**

A partir da análise e discussão dos resultados, a avaliação teve continuidade com a análise quantitativa do software, baseando-se nas variáveis especificadas nesta abordagem.

## 6.2 Análise Quantitativa do software

Considerando os estudos de Lathrop e Goodson [LAT83], Stahl [STA90] e Estevam [EST90], foram dados pesos diferenciados de forma intuitiva às variáveis selecionadas, que variam de acordo com tipo de software, e notas que variam entre 1, 0.5 e 0.

O resultado parcial da avaliação do fator (RAF) é obtido através da fórmula:

sendo  $sf$ , o somatório dos pesos atribuídos aos critérios de um fator e as respectivas notas e,

$pc$ , o somatório dos pesos dos critérios do fator, então

$$RAF = \frac{sf}{pc}$$

O resultado geral da avaliação (RGA) é obtido através da seguinte fórmula:

sendo  $pn$ , o somatório dos pesos e das notas das variáveis e,

$sp$ , o somatório dos pesos de todos os fatores, então

$$RGA = \frac{pn}{sp}$$

Foram estabelecidos três limites para o intervalo de 0 a 1, para finalmente julgar o software:

(a) [0 0.5] = **software inaceitável**

(b) [0.51 0.75] = **software necessitando alterações**

(c) [0.76 1] = **software satisfatório**

A seguir serão analisados os resultados das variáveis, apresentando o peso e a nota de cada uma delas, do ponto de vista do autor:

\*\* Qualidade Técnica - Ambiente de Hardware

ver ANEXO 1

\*\* Qualidade Técnica - Ambiente de Programa

ver ANEXO 2

\*\* Qualidade Pedagógica ou Educacional

ver ANEXO 3

Deve se ter cuidado, que alguns itens tiveram a sua nota negada, isto é, por exemplo: na variável nro. 3, do ambiente de hardware, o programa exige mais de 1 Mb de memória, a resposta é NÃO (0), mas à nível de software educativo, isto é um aspecto satisfatório, portanto, na avaliação quantitativa, foi colocado 1, ou seja, SIM.

O resultado parcial da avaliação é:

\*\* Qualidade Técnica - Ambiente de Hardware:

Somatório dos pesos e das notas das variáveis:

$$2 * 1 + 1 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 0.5 + 1 * 0 + 1 * 0 + 1 * 0.5 = 8$$

Somatório das pesos das variáveis:

12

\*\* Qualidade Técnica - Ambiente de Software:

O RAF dos seguintes fatores é:

(1)

$$RAF = \frac{2 * 1 + 2 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 0}{12} = \frac{9}{12} = 0.75$$

$$RAF = 0.75$$

(13)

$$RAF = \frac{2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 0.5}{8} = \frac{7}{8} = 0.875$$

$$RAF = 0.875$$

(15)

$$RAF = \frac{1 * 0.5 + 1 * 1}{2} = \frac{1.5}{2} = 0.75$$

$$RAF = 0.75$$

(16)

$$RAF = \frac{2 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 1}{6} = \frac{5}{6} = 0.83$$

$$RAF = 0.83$$

Somatório dos pesos e das notas das variáveis:

$$2 * 0.75 + 2 * 0 + 2 * 1 + 1 * 1 + 2 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 1 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 1 + 1 * 0 + 2 * 0.875$$

$$+ 2 * 1 + 1 * 0.75 + 2 * 0.83 + 2 * 0.5 + 1 * 1 + 1 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 0 + 1 * 0.5 + 1 * 0.5 = 27.66$$

Somatório das pesos das variáveis:

38

\*\* Qualidade Pedagógica ou Educacional:

Seja o RAF do seguinte critério:

(16)

$$RAF = \frac{2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1}{6} = \frac{6}{6} = 1$$

RAF = 1

Então, o somatório dos pesos e das notas das variáveis:

$$2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 0.5 + 2 * 0.5 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 + 2 * 1 = 36$$

O somatório dos pesos das variáveis é:

40

Portanto, o RGA do software encontra-se através da seguinte média ponderada:

somatório de todos os pesos e notas/somatório dos pesos

$$RGA = \frac{8 + 27.66 + 36}{12 + 38 + 40} = \frac{71.66}{90} = 0.796$$

RGA = 0.796

Assim, pode-se concluir que o software, apesar de estar necessitando algumas alterações, é considerado satisfatório, pois se inclui na faixa de tolerância entre [0.76 1].

## 7 CONCLUSÕES

Neste trabalho, foi apresentado um estudo de como o computador e sua tecnologia surgiram no campo educativo, com o objetivo de melhorar e inovar o processo de ensino-aprendizagem. Assim, pode ser observado que a expansão da informática na rede escolar foi imprescindível para propiciar novas formas de construção e desenvolvimento das estruturas dos indivíduos. Como foi visto então, trata-se de um processo mundialmente irreversível.

No entanto, viu-se a falta de formação de profissionais de qualidade que possam se enquadrar ao novo sistema. Além disso, atualmente enfrentam-se dificuldades advindas da própria indefinição dos critérios e necessidades básicas, a fim de realizar uma adequada seleção do software educacional.

Assim, a introdução da informática na educação, depende dos processos e resultados da avaliação de programas educacionais. Através destas atividades então, é possível adquirir conhecimentos corretos a respeito do potencial da nova tecnologia, como meio de ensino-aprendizagem em diversas áreas e, sob condições que tornam realidade esta questão.

Mas para fazer uma adequada seleção e utilização dos sistemas vigentes no mercado, viu-se a necessidade de construir uma metodologia de avaliação para apoiar o processo de ensino-aprendizagem. A partir dessa questão, fez-se o estudo particular de um caso e, através da vivência, foi possível levantar necessidades básicas desta área e tirar conclusões a respeito do problema apresentado.

Isto não significou que a avaliação por si só foi suficiente, nem que qualquer tipo de avaliação sirva para apoiar adequadamente qualquer decisão que se pretende tomar a respeito de um software educativo. Também é importante que os educadores possam detectar os problemas educativos que podem ser solucionados

através de recursos informáticos. Desta forma, poderão ser desenvolvidas cada vez mais, melhores habilidades para fazer uso criativo do computador.

Pode-se concluir, que a avaliação de software educativo é uma atividade que consolida o desenvolvimento, a adequação ou aquisição deste tipo de materiais. Através dela obtém-se informação sobre o estado em que o software se encontra, de maneira que se possam tomar decisões sobre o seu uso ou não, seu melhoramento, seu ambiente de trabalho, etc.

Para realizar uma avaliação sistemática de software educacional, levando em conta as limitações encontradas, foi necessário conhecer e aplicar princípios e métodos que vão além dos instrumentos de avaliação; estes são um meio para as metas a serem atingidas. Entre eles, pode ser mencionado o ambiente de trabalho em que foi realizada a "prova" do software. Teve-se muito cuidado em criar uma situação de aprendizagem que sirva de base para generalizar os resultados e as conclusões obtidas no estudo desenvolvido. Mas apesar disso, foi visto que, para ter realmente um software poderoso, consistente, pertinente e que aproveite ao máximo as qualidades educativas que oferece o computador, é conveniente avaliar o programa durante todo o seu ciclo de desenvolvimento (análise, desenho, implementação, prova e avaliação). Em primeira instância, a determinação das necessidades de apoio computacional deverão resultar de uma avaliação sobre problemas educativos suscetíveis de se atender com softwares educacionais.

Por outro lado, existirá a necessidade de avaliar os sistemas existentes que, aparentemente, possam responder às necessidades mínimas exigidas, com o objetivo de decidir a sua aquisição ou não, a necessidade de preparar outro material computacional ou ainda, a adequação daquele que já existe. Mesmo assim, foi observado que quando é elaborado o desenho de um projeto, é imprescindível julgar a qualidade de seus componentes e das relações que os unem. De forma semelhante, durante o desenvolvimento do software, é necessário avaliar a implementação dos projetos a respeito da qualidade dos produtos parciais e finais e, quando o produto

estiver completo, a avaliação deverá ser minuciosa antes de ser, realmente, aplicado ao público.

Através da caracterização do sistema que será avaliado, poderão então, ser levantados os critérios e a metodologia apropriada que permitam aos especialistas utilizar o software, de forma eficiente e efetiva. Assim, os produtos serão de melhor qualidade e mais adequados ao contexto.

Foi concluído, que os sistemas educacionais devem ser orientados para satisfazer necessidades prioritárias, devem realizar funções que outros meios de instrução não tenham capacidade de assumir, devem fazer o melhor uso do potencial educativo do computador e por último, devem ser viáveis de usar por parte dos destinatários do pacote.

É necessário mencionar, que esta não é a única fonte de respostas possíveis, completas e incorregíveis, para as situações problemáticas do processo educacional apresentadas. Ela foi elaborada para explicar, de forma sistemática, determinados fenômenos detectados, que surgiram a partir da inquietação do autor sobre o assunto em questão.

No entanto, cabe destacar que é importante utilizar um enfoque estratégico, a fim de encontrar e fazer um bom uso dos recursos que a informática pode oferecer, para superar aspectos negativos, incrementar os positivos e vencer os problemas educativos existentes.

Cabe ainda enfatizar, as limitações encontradas nesta área para efetivação do trabalho, a falta de especialistas no assunto e a não existência de uma linha ou grupo de pesquisas na universidade e, conseqüentemente, disciplinas afins.

Atualmente se sabe muito pouco sobre este tema e, por essa razão, foram encontradas muitas dificuldades na construção de uma metodologia de avaliação de softwares educacionais, já que as bibliografias consultadas, ora eram poderosas à nível educativo, ora à nível computacional. O importante é ter uma visão crítica e

ampla quanto à forma de utilização de softwares educacionais. Para isso, é necessário utilizar sistemas que realmente se adaptem à pedagogia educacional vigente, ter clareza nos objetivos que se pretendem desenvolver no indivíduo e ainda, ter professores qualificados e comprometidos com uma filosofia de ensino inovadora.

Não se pretendeu determinar causas, estabelecer relações causais ou fornecer um quadro completo da situação. A investigação realizada, consistiu apenas em um primeiro esboço que, portanto, não esgota totalmente a questão. Permanece, no entanto, a partir da análise realizada, uma reflexão sobre a melhor forma de explorar a Informática para, que traga consigo uma nova filosofia de trabalho. Desta forma, o caminho da aprendizagem estará cada vez mais aberto e flexível, propiciando o desenvolvimento de indivíduos mais autônomos, criativos e críticos, aptos a enfrentarem a atual era da tecnologia.

Como passos futuros deste trabalho, vê-se consolidação efetiva de um grupo de pesquisa, possibilitando a continuidade dos estudos na área de Informática na Educação e ainda, o desenvolvimento de ferramentas que auxiliem o processo de ensino-aprendizagem do indivíduo. Para atingir esta meta, existirá a necessidade de formação de pessoal, nos níveis de iniciação científica, mestrado e, futuramente, doutorado. Isto é, profissionais aptos a transmitirem seus conhecimentos e experiências na área, permitindo desta forma, o surgimento de linhas de pesquisa.

## ANEXO 1

Peso	Ambiente de Hardware	<i>sim/sempr</i> e	<i>às vezes/nem sempre</i>	<i>não/nunca</i>
2	1. O programa é portátil	X		
1	2. O programa exige winchester		X	
2	3. O programa exige + de 1Mb			X
2	4. O programa exige placa gráf.	X		
2	5. Exige monitor colorido		X	
1	6. O programa utiliza video			X
1	7. O programa utiliza som			X
1	8. O programa exige mouse		X	

## ANEXO 2

Peso	Ambiente de Software	<i>sim/sempr</i> e	<i>às vezes/nem sempre</i>	<i>não/nunca</i>
2	1. O formato de apresent./info:			
2	1.1 Área de ident. do programa	X		
2	1.2. Área de ident. estado prog.		X	
2	1.3. Área de trabalho	X		
2	1.4. Área de mensagens	X		
2	1.5. Área de inter. usuário-sist.	X		
2	1.6. Área de auxílio			X
2	2. Permite reversibilidade/ações			X
2	3. O volume de info/tela adequada	X		
1	4. Realiza funções s/desperdício de seus recursos	X		
2	5. O programa é rápido no processamento de informações		X	
2	6. O agrupamento de ações é consistente a nível de cardápios	X		
2	7. O programa têm integridade quanto à entrada de dados	X		
2	8. Reutilizabilidade do programa	X		
1	9. É necessário possuir conhecimento de noções computacionais		X	
2	10. É de fácil uso e manipulação	X		
2	11. Utiliza vocabulário simples	X		
1	12. O video/som podem ser ativado e desativado pelo usuário			X
2	13. A documentação contém:			

Peso	Ambiente de Software	<i>sim/sempr</i> e	<i>às vezes/nem sempre</i>	<i>não/nunca</i>
2	13.1. Manual do usuário:			
2	13.1.1. completo	X		
2	13.1.2. claro	X		
2	13.2. Manual do sistema:			
2	13.2.1. completo	X		
2	13.2.2. claro		X	
2	14. Possibilidade de navegação por mais de um caminho	X		
1	15. É aceitável custo/benefício:			
1	15.1. qto. ao reforço de uma mat.		X	
1	15.2. qto. à capacidade de substituição de um professor			X
2	16. O programa tem possibilidade de leitura do seu fonte para:			
2	16.1. ser modificado		X	
2	16.2. serem inseridos módulos de trabalho	X		
2	16.3. serem deletados módulos de trabalho	X		
2	17. O programa é auto-contido		X	
1	18. É uma ferramenta básica	X		
1	19. É uma ferramenta aplicada		X	
2	20. A interface é amigável	X		
2	21. Possui sistema de segurança			X
1	22. Possui sistema manual de interrupção de sua execução		X	
1	23. Pode ser abandonado de qualquer módulo de trabalho		X	

## ANEXO 3

Peso	Qualidade Pedagógica	<i>sim/sempe</i>	<i>às vezes/nem sempre</i>	<i>não/nunca</i>
2	1. Os objetivos propostos foram atingidos	X		
2	2. Permitiu suprir as necessid. educativas detectadas	X		
2	3. A apresent. geral do programa, a nível de telas, é adequada	X		
2	4. O programa abranje uma ampla variabilidade de estilos de aprendizagem	X		
2	5. Possui módulo de ajuda de boa qualidade	X		
2	6. A aprendizagem é válida	X		
2	7. As mensagens enviadas pelo programa são claras		X	
2	8. O software é auto-explicativo		X	
2	9. Facilidade de aprendizagem e de utilização	X		
2	10. Boa portabilidade	X		
2	11. Se adapta às necessidades do usuário	X		
2	12. Capacidade de geração de outras aplicações educacionais	X		
2	13. Incentiva a criatividade	X		
2	14. Fornece estímulos motivadores	X		

Peso	Qualidade Pedagógica	<i>sim/sempre</i>	<i>às vezes/nem sempre</i>	<i>não/nunca</i>
2	15. É interessante para o usuário	X		
2	16. É eficiente na comunicação usuário-sistema quanto:			
2	16.1. à memorização de comandos	X		
2	16.2. à exigência de atenção	X		
2	16.3. ao volume de info/tela	X		
2	17. É consistente quanto à entrada incorreta de dados	X		
2	18. Os resultados obtidos são esperados pelo usuário	X		
2	19. O programa pode ser utilizado sem dificuldade p/diferentes tipos de usuários	X		
2	20. Incentiva a autonomia	X		

## BIBLIOGRAFIA

- [APP85] APPLE, Michael W. O computador na Educação: parte da solução ou parte do problema? **Educação e Sociedade**, Porto Alegre, v.23, n.8, p.25-49, 1985.
- [AXT86] AXT, Margarete. **Os micromundos LOGO da linguagem**. Porto Alegre: Centro-Piloto/LEC-UFRGS, jun. 1986.
- [BAD92] BADILLO, F. V et al. Organización y Desarrollo de paqueteria técnica-educativa. In: **COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD**, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.1, p.224- 230.
- [BAK87] BARKER, F. A practical introduction to authoring for computer-assisted instruction-Part 8:multi-media CAL. **British Journal of Educational Technology**, Londres, Inglaterra, v.18, n.1, p.25-40, Jan. 1987.
- [BAR88] BARROS, J. P. D; D'AMBROSIO, U. **Informática e Educação**. Computadores, Escola e Sociedade. Rio de Janeiro: Scipione, 1988. 79p.
- [BAT71] BATTRO, A. **Diccionario de Epistemologia Genética**. Buenos Aires: Editorial Proteo, 1971.
- [BAT86] BATTRO, A. **Computación y Aprendizaje Especial**. Buenos Aires: El Ateneo, 1986.
- [BAT86a] BATTRO, A; EDUCOM. Escala de perfil computacional, com adaptação feita pelo grupo EDUCOM/FACED/UFRGS. Porto Alegre: EDUCOM/FACED/UFRGS, 1986.

- [BEA92] BEHAR, Patricia Alejandra. **Informática & Educação**. Porto Alegre: Instituto de Informática da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, mar. 1992. 80p. (Trabalho Individual, 263).
- [BEA93] BEHAR, Patricia Alejandra. **Psicologia Cognitiva & Aprendizagem Computadorizada**. Porto Alegre: Instituto de Informática da Universidade Católica do Rio Grande do Sul, jan. 1993. 65p. (Trabalho Individual, 299).
- [BEH87] BEHARES, L. E. **Comunicación, lenguaje y socialización del sordo: una visión de conjunto**. Montevideo: Universidad de la República, 1987. 107p.
- [BEN85] BENA KOUCHE, R. **A informática e o Brasil**. Rio de Janeiro: Vozes, 1985. 191p.
- [BEN87] BENA KOUCHE, R; BARBOSA, C. **Informática Social**. Petrópolis: Vozes, 1987. 92p.
- [BOD89] BODEN, Margaret A. **Artificial intelligence in psychology**. Interdisciplinary Essays. Brighton, UK: Bradford Books, 1989.
- [BOU85] BOUSSUET, Gerard. **O Computador na Escola - o Sistema LOGO**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.
- [BRA88] BRAND, S. **El laboratorio de medios**. Inventando el futuro en el MIT. Buenos Aires: Editorial Gálafago, 1988.
- [CAL93] CARLIER, M. E. M. Construcción de MECs con diseño orientado a objetos. **Revista Informática Educativa: Calidad del Software Educativo**, Bogotá, Colombia, v. 6, n.1, Jan. 1993.
- [CAO86] CARNOY, M ; LOOP, L. **L'Informatique et Éducation**. Paris: UNESCO, 1986.

- [CAR92] CARRAHER, D. W. O papel do computador na aprendizagem. **Acesso: Revista de Educação e Informática**, São Paulo, v.3, n.5, p.21-30, 1992.
- [CAS88] CASTRO, C. de M. **O computador na Escola**. Como levar o computador à escola. Rio de Janeiro: Campos, 1988.
- [CHA85] CHAVES, Eduardo. Informática na Educação. In: SEMINÁRIO DA SUCESU, 2., 1985, São Paulo. **Anais...** São Paulo: SUCESU, 1985.
- [CHA88] CHAVES, Eduardo. **O uso de computadores em escolas: fundamentos e críticas**. São Paulo: Scipione, 1988.
- [COB88] COBURN, Peter et al. **Informática na Educação**. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1988.
- [COS88] COSTA, E., DUCHENOY, S.; KODRATOFF, Y. A resolution-based Method for Discovering Students' Misconceptions. In: SELF, J. A. **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer-Aided Instruction**. London: Chapman and Hall Computing, 1988.
- [DAB92] D'ABREU, J. V. V. Construção e interfaceamento de dispositivos com computadores para fins educacionais. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.420-425.
- [DED87] DEDE, C. J. Empowering Environments, Hypermedia and Microwords. **The Computing Teacher**, USA, nov. 1987.
- [DEL86] DELVAL, J. **Ninos y Máquinas**. Los ordenadores y la educación. Madrid: Aliança Editorial, 1986.

- [DEN84] DENNIS, J. R. **Instructional Computing**. USA: Scott, Foresman and Company, 1984.
- [DYE72] DYER, Charles A. **Preparing for computer assisted instruction**. Englewood Cliffs: Educational Technology, 1972.
- [ELS88] ELSOM, M. C. Guided discovery tutoring and bounded user modeling. In: SELF, J. A. **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer-Aided Instruction**. London: Chapman and Hall Computing, 1988.
- [ESC89] ESCOBAR, Hugo. Ambientes Computacionales y desarrollo Cognitivo Perspectiva Psicologia. **Boletín de Informática Educativa**. Montevideo, Uruguay, v.2, n.2, p.137-145, Ago. 1989.
- [EST90] ESTEVAM, R. C. O. **Estudo sobre desenvolvimento de interfaces: Definição de técnicas de classificações e avaliação baseadas na satisfação do usuário**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1990. (Dissertação de Mestrado).
- [EST92] ESTEVAM, R. C; SEGRE, L. Desenvolvimento e avaliação de software educativo: aplicação de técnicas que priorizam a participação do usuário. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.1, p.186-194.
- [FAG88] FAGUNDES, L. Informática e Educação. In: JORNADA DE ATUALIZAÇÃO EM INFORMÁTICA, 7., 1988, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: UFRJ/NCE, 1988.
- [FOR92] FORMAN, J. L. PUCLOGO. Um ambiente integrado de ferramentas voltado para a educação. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 3., Ago. 1992, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: SBC, 1992. p.69-81.

- [FRA88] FRANCIOSI, B. R. T. **Projeto de interfaces gráficas para o ensino de deficientes auditivos**. Porto Alegre: CPGCC/UFRGS, 1988. 169p. (Dissertação de mestrado).
- [GAL92] GALLEGO, D. J. Teleconferencia por ordenador y correo electrónico: nuevas perspectivas para la enseñanza a distancia. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.456-473. \*
- [GAM92] GAMA, Alfonso Perez. Innovaciones educativas e informática: nuevas pedagogias, conocimientos e inteligencias. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.195-228.
- [GAR92] GARCIA, Catalina M.Alonso. Enseñanza asistida por ordenador y estilos de aprendizaje. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.153-165.
- [GAS91] GASMAN, Lydinéa. Capacitação de Recursos Humanos em Informática Educativa no Brasil. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA DE INFORMÁTICA EDUCATIVA, 1991. **Anais...** Brasília, 1991.
- [GIR90] GIRAFFA, L. **Reflexões sobre o computador na escola**. Porto Alegre: Faculdade de Educação, PUC/RS, 1990. (Dissertação de Mestrado).
- [GUE91] GUEDES, C. P; ARAGÓN, D. **Hipermídia e Educação**. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1991. (Oficinas de Informática na Educação).



- [GUI92] GUILHERME, V. M. **Produção e Avaliação de softwares educacionais: relação entre teoria e prática.** Porto Alegre: Faculdade de Educação, UFRGS, 1992. (Dissertação de Mestrado).
- [HOU92] HOURQUEBY, Marcelo et al. Un modelo de revista electrónica en hipermedia. In: **COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD**, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso.** Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.366-373.
- [HUN82] HUNT, M. **The Universe Within. Introdução não técnica da psicologia cognitivista e da ciência cognitiva.** Nova York: Simon & Schuster, 1982.
- [IBR89] IBRAGIMOV, O. V; PETRUSHIN, V.A. Expert-Tutoring Systems: concepts and examples. In: **INTERNATIONAL CONFERENCE "CHILDREN IN THE INFORMATION AGE"**, 3., 1989, Sofia. **Proceedings...** Sofia, 1989. p.350-362.
- [JAY93] JAY, T. B. Cognitive Approach to Computer Courseware Design and Evaluation. **Education Technology**, New Jersey, v.23, n.1, p.22-26, Jan. 1993.
- [KIN90] KING, D. La aplicación del software en la Educación. **Comunicación, Lenguaje y Educación**, Madrid, España, v.3, n.5, p.31-46, 1990.
- [LAC85] LACHTERMACHER, Stela. O computador na sala de aula. **Micro Sistemas**, São Paulo, v.51, n.5, p.28-32, dez. 1985.
- [LAL79] LACHMAN, R., LACHMAN, J.; BUTTERFIELD. **Cognitive Psychology and Information Processing: an introduction.** New York: Hillsdale, 1979.

- [LAT90] LA TAILLE, Yves de. **Ensaio sobre o lugar do computador na educação**. São Paulo: Ed. Iglu, 1990. 219p.
- [LLA92] LLABACA, J. et al. **Producción de software educativo para asistir el aprendizaje de la ciencia**. Chile: Centro de Computación Educativa, Universidad de Antofagasta, 1992.
- [LOL91] LOLLINI, Paolo. **Didática & Computador: quando e como a informática na escola**. São Paulo: Edições Loyola, 1991. (Coleção Realidade Educacional, 10).
- [MAT92] MARTINEZ, P. et al. **Utilización del color en informática educativa**. España: Departamento de Informática, Escuela Politécnica, Universidad de Extremadura, 1992.
- [MEN92] MENDES, M. E.; SOUZA, J. M. A aplicação de Hipermeios ao processo de Ensino-Aprendizagem. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.348-358.
- [MIZ86] MIZUKAMI, M. G. N. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: Ed. do Brasil, 1986. (Coleção Temas Básicos de Educação e Ensino).
- [MOR86] MOREIRA, Mércia. O uso do computador na Educação: pressupostos psicopedagógicos. **Educação Renovada**, Belo Horizonte, v.4, p.13-17, dez. 1986.
- [OHL87] OHLSSON, S. Some Principles of Intelligent Tutoring. In: LAWLER, R. & YAZDANI, M. (eds.) **Artificial Intelligence and Education**. Nordwood: Ablex Pub., 1987.

- [OLI92] OLIVEIRA, Flavio; VICCARI, Rosa. **Sistemas Tutores Inteligentes**. Porto Alegre: CPGCC, UFRGS, 1992. 63p. (Relatório de Pesquisa, 205).
- [OSH85] O'SHEA, T.; SELF, J. **Enseñanza y aprendizaje por ordenadores**. Inteligencia artificial en educación. España: Ediciones Anaya Multimedia, 1985, 138p..
- [PAN92] PANQUEVA, A. H. G. **Materiales Educativos Computadorizados: ocasión para repensar los ambientes educativos?** In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.1, p.245-276.
- [PAN93] PANQUEVA, A. Evaluación de materiales y ambientes educativos computadorizados. **Revista Informática Educativa: Calidad del Software Educativo**, Bogotá, Colombia, v. 6, n.1, p.9-27, ene. 1993.
- [PAP80] PAPERT, Seymour. **Mindstorms: children computers and powerful ideas**. New York: Basic Books, 1980.
- [PAP81] PAPERT, Seymour. **Desafío a la mente: computadoras e educación**. Buenos Aires: Galápago, 1981.
- [PAP85] PAPERT, Seymour. **LOGO: computadores e educação**. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- [PAR92] PARDO, V. et al. Consideraciones sobre la concepción y realización de sistemas inteligentes para la enseñanza asistida por computadora. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.314-323.

- [PAT93] PATROCÍNIO, J. T.; LEOTE, L. Software educativo em Portugal: concepção, desenvolvimento e avaliação. **Revista Informática Educativa: Calidad del Software Educativo**, Bogotá, Colombia, v.6, n.1, p.55-60, ene. 1993.
- [PET91] PETTI, Ileana. A informática faz folia na sala de aula. **Revista Cláudia**, São Paulo, mar. 1991.
- [PIA77] PIAGET, Jean. **The development of thought: equilibration of cognitive structures**. Oxford: Longman, 1977.
- [PIA85] PIAGET, Jean. **O possível e o necessário**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1985.
- [PIA86] PIAGET, Jean. **A linguagem e o pensamento da criança**. São Paulo: Martin Fontes, 1986.
- [PRI89] PRIETO, Fernandez. **Apuntes de Educación**, Madrid, n.33, abr./jun. 1989.
- [RAP90] RAPKIEWICZ, Clevi. A informatização do professor no Processo de Informatização da escola. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO, 1., 1990, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro, 1990.
- [RAP90a] RAPKIEWICZ, Clevi. **Informática e Educação Especial: uso de processamento de voz para deficientes auditivos**. Rio de Janeiro: UFRJ, 1990. 209p. (Dissertação de Mestrado).
- [RID88] RIDGWAY, J. Of course ICAI is impossible ... worse though, it might be seditious. In: SELF, J. A. (ed.) **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer-aided instruction**. London: Chapman and Hall, 1988.
- [ROC91] ROCHA, A. R.; SANTOS, N. **Avaliação da qualidade de um sistema gerenciador de banco de dos para uso educacional**.

Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, 1991. (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação).

- [ROC91a] ROCHA, A. et al. **Avaliação de Software Educacional**. Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, 1991. (Programa de Engenharia de Sistemas e Computação).
- [ROC92] ROCHA, A. R.; STAHL, M. América à vista: o descobrimento numa viagem através de hipermídia. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.374-382.
- [ROC93] ROCHA, A. R.; CAMPOS, G. H. B. Avaliação da qualidade de software educacional: uma possibilidade de estruturação de critérios. **Revista Informática Educativa: Calidad del Software Educativo**, Bogotá, Colombia, v.6, n.1, p.29-44, ene. 1993.
- [SAB88] SABANI, Cláudia. Um panorama sobre informática na educação, no Brasil. In: SEMANA DA INFORMÁTICA DA UFBA, 2., Abr. 1988, Ondina, Bahia. Salvador, 1988.
- [SAL90] SANTAROSA, Lucila M. C. et al. Construção de conceitos matemáticos utilizando a filosofia e linguagem LOGO. Faculdade de Educação, Projeto EDUCOM, UFRGS. SBPC. **Ciência e Cultura**, São Paulo, v.42, n.9, set. 1990.
- [SAL91] SANTAROSA, L. M. C. Informática como "Prótese" na Educação Especial. **Revista Informática Educativa**, Bogotá, Colombia, v.4, n.2, p.105-130, 1991.
- [SAL92] SANTAROSA, L. M. C. Reflexões sobre a formação de recursos humanos em informática na educação. **Revista Informática Educativa**, Projecto SIIE, Colombia, v.5, n.3, p.199-215, 1992.

- [SAN92] SANTOS, N. et al. Informática na educação e incorporação das novas tecnologias da informação nos processos de trabalho. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.27-35.
- [SAN92a] SANTOS, Neide. Sistemas de tratamento e recuperação da informação e a resolução de problemas. In: COMPUTADORA, EDUCACIÓN Y SOCIEDAD, 5., 9-12 jun. 1992. **Memórias del Congreso**. Santo Domingo, República Dominicana: Susaeta Ediciones Dominicanas, 1992. v.2, p.60-67.
- [SAT86] SANTOS, L. W. A. A educação pode mudar a sociedade e a informática pode e deve mudar a educação. In: SEMINÁRIO DA SUCESU, 1986, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: DATA-MEC, 1986.
- [SEL87] SELF, J. A. Knowledge Acquisition by Inductive Learning from Examples. In: JANTKE, K. P. (ed.) **Analogical and Inductive Inference**. Berlin: [s.n], 1987.
- [SEL88] SELF, J. A. Knowledge, Belief and user Modelling. In: O'SHEA, T. and SGREV, V. (eds.) **AI III: Methodology, Systems and Applications**. Amsterdam: [s.n], 1988.
- [SEL88a] SELF, J. A. **Artificial Intelligence and Human Learning: Intelligent Computer-aided instruction**. London: Chapman and Hall Computing, 1988.
- [SET84] SETZER, Waldemar. **Manifesto contra o uso do computador**. São Paulo: Antroposófica, 1984. 28p.
- [SNY74] SNYDERS, G. **Pedagogia Progressista**. Coimbra, Almedina, 1974.

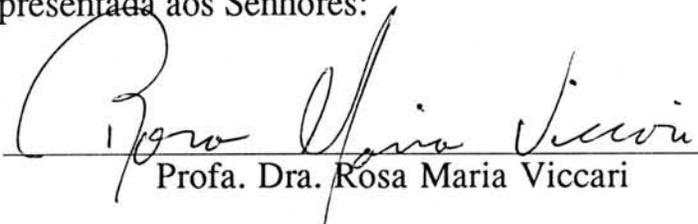
- [STA90] STAHL, M. Banco de Dados: ferramentas de apoio ao desenvolvimento cognitivo. **Boletim Técnico do SENAC**, Rio de Janeiro, v.16, n.1, p.59-82, jan./abr. 1990.
- [STA91] STAHL, M. **Ambientes de Ensino-Aprendizagem Computadorizados: da Sala de Aula Convencional ao Mundo da Fantasia**. Rio de Janeiro: COOPE/UFRJ, 1991. 28p.
- [TAY80] TAYLOR, Robert P. **The computer in school: tutor, tool, tutee**. New York: Teacher's College Press, 1980.
- [VAL91] VALENTE, J. A. **Liberando a Mente**. Computação na Educação. Campinas, São Paulo: Gráfica Central da UNICAMP, 1991.
- [VIC91] VICCARI, Rosa; OLIVEIRA, F. Representação de modelos cognitivos em RECON-II. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL, 7., SBIA'91, Nov. 1991, Brasília, DF. **Anais...** Brasília: Universidade de Brasília, 1991.
- [VIT91] VITALE, Bruno. Computador na Escola: Um brinquedo a mais? Laboratório de Didática e Epistemologia das Ciências, Universidade de Genebra. **Revista Ciência Hoje**, São Paulo, v.17, n.33, out/nov. 1991.
- [WEL88] WELLER, H. G. Interactive in Microcomputer-Based Instruction: It's Essential Components and How It Can Be Enhanced. **Educational Technology**, London, v.27, n.2, p.23-27, Feb. 1988.
- [WIN92] WINLOGO. **Documentação do Ambiente integrado de programação em linguagem Logo - WinLogo**. Projecto Minerva. Coimbra, Portugal: CNOTINFOR, 1992.
- [YOU85] YOUSSEF, A. N.; FERNANDEZ, V. P. **Informática e sociedade**. São Paulo: Editora Ática, 1985. (Série Princípios).

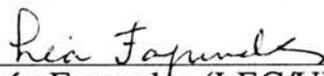


**Informática**  
UFRGS

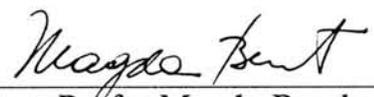
*Avaliação de Softwares Educacionais no Processo de Ensino-aprendizagem  
Computadorizado: Estudo de Caso.*

Dissertação apresentada aos Senhores:

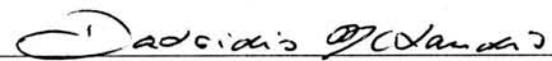
  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Rosa Maria Viccari

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Léa Fagundes (LEC/UFRGS)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Dra. Lucila Santarosa (FACED/UFRGS)

  
\_\_\_\_\_  
Profa. Magda Bercht

Vista e permitida a impressão.  
Porto Alegre, 16/05/93.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Dalcídio Moraes Claudio,  
Orientador.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Ricardo A. da L. Reis,  
Coordenador do Curso de Pós-Graduação  
em Ciência da Computação.