

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA DA
COMPUTAÇÃO**

Universidade Federal de Santa Catarina

Sérgio Bertoldi

**AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL
Impressões e Reflexões**

Dissertação submetida à Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos para a obtenção do grau de bacharel em Ciência da Computação

Edla Maria Faust Ramos

Florianópolis, 1999.

Muito já tem se falado sobre o desenvolvimento e avaliação de software para a área educacional e pouco se tem verificado de realizações concretas. No momento, numerosas empresas oferecem produtos tecnologicamente avançados com som, animação, cores e um sem número de recursos embora o conteúdo e a prática pedagógica estejam esquecidos...Uma primeira observação que deve ser feita refere-se à necessidade na formação dos professores e formação de engenheiros de computação em Informática na Educação como um campo de conhecimento específico e, isto inclui os avanços da didática.

A particularidade da didática em relação a outras áreas reside na dimensão epistemológica de sua problemática que considera a especificidade do conhecimento a ser trabalhado. Este fato revela a importância das situações geradas onde é determinado um valor funcional aos conhecimentos, aos métodos implícitos ou explícitos que determinam a interação aluno/professor relacionada às situações e as dificuldades cognitivas que podem ser encontradas. A contribuição da didática às pesquisas em Informática na Educação, especificamente aos ambientes interativos de aprendizagem com o computador, são de ordem metodológica e teórica. Trata-se, na verdade, da caracterização e da modelização de situações de ensino; da análise das condutas e das concepções dos alunos diante de um conteúdo do conhecimento em um contexto; de estudos dos fenômenos de transferência do saber; do estudo das formulações do saber, e, dos métodos de validação. Devemos incluir ainda os métodos de avaliação.

Sob o ponto de vista da informática, as ferramentas para a pesquisa podem colaborar essencialmente na observação detalhada das diferentes fases da introdução e da construção de um procedimento.

Desta forma, a integração da informática nas situações de ensino introduzem uma nova complexidade no campo da didática, pois permite abordar a modelização computacional dos processos didáticos. Esta modelização é uma nova área de pesquisa, possui características próprias tais como a necessidade de constituição pelo aluno de representações concernentes à organização e ao funcionamento do computador e à interação desta habilidade com o conteúdo a ser trabalhado.

A figura, a seguir, demonstra o quadro de análise de áreas que estão relacionadas com a Informática na Educação no momento da instalação de um projeto na instituição de ensino.

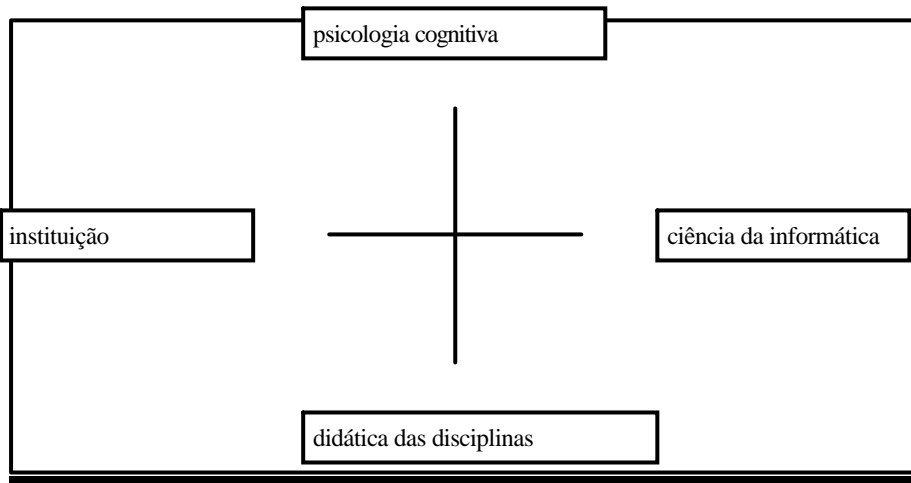


Figura1: Quadro de análise das áreas envolvidas para a instalação de um projeto de Informática na Educação em uma instituição de ensino. (Mendelsohn, 1989)

O despreparo dos profissionais da educação para com a área tecnológica, faz com que não se tenha uma possibilidade de avaliação satisfatória dos softwares utilizados na educação, em consequência disto softwares que não possuem boa aplicação didática são adquiridos mas por sua baixa qualidade não utilizados. Fazendo assim os laboratórios de informática das escolas se tornarem espaços ociosos.

Pensando no problema da análise dos softwares educacionais resolveu-se desenvolver um material acessível visando facilitar a análise dos mesmos através de *chek-list* e de métodos discursivos. Através de leituras de embasamento teórico, didático e de outros trabalhos nesta área desenvolveu-se então este trabalho que se apresenta, dentro dos objetivos, satisfatório.

II. TAXOMANIA CLÁSSICA E CARACTERÍSTICAS DAS MODALIDADES DE SOFTWARE EDUCACIONAL.

A forma até hoje mais utilizada para classificar as modalidades de software educacional foi proposta por Taylor em 1980 quando explicou que o computador em educação poderia ser utilizado como Tutor, Ferramenta ou Tutelado. Como Tutor, o computador desempenha o papel de professor, orientando o aluno para aquisição de um novo conhecimento; como Tutelado os alunos ensinam o computador e, como Ferramenta o computador é utilizado para adquirir e manipular informações. Kemmis (in Underwood & Underwood, 1990) apresentou uma nova maneira de classificação onde a utilização do computador em educação estava voltada para 4 paradigmas: Instrucional, Revelatório, Conjectural e Emancipatório. Sthal(1991) afirma que Kemmis relacionou estes paradigmas com um continuum com as principais categorias de programas: CAI(Computer Assisted Instruction), Simulações, Modelagem e Labor-saving (os programas não possuem conteúdo, o aluno tem o controle sendo, portanto, o programa centrado no aluno). Campos e Santos (1990) demonstram que Kemmis apresentou as formas de utilização dos computadores baseadas em uma filosofia educacional. Estes paradigmas podem ser compreendidos da seguinte forma:

- Paradigma instrucional: inclui instrução programada, exercício e prática;
- Paradigma revelatório: onde o aluno faz descobertas usando simulações;
- Paradigma conjectural: com o computador sendo usado para construção e avaliação de modelos;
- Paradigma emancipatório: no qual o computador é usado como ferramenta para a manipulação de textos/números, tratamento e recuperação da informação.

De toda forma, algumas modalidades de uso do computador tem sido consagradas e, por isso, abaixo estão relacionadas as definições, características e critérios para o desenvolvimento para cada uma delas.

Exercício e prática.

Forma tradicional em que os computadores tem sido utilizados em educação. É o tipo de software mais fácil de ser desenvolvido e utilizado. Visa a aquisição de uma habilidade ou a aplicação de um conteúdo já conhecido pelo aluno, mas não inteiramente dominado. Pode suplementar o ensino em sala de aula, aumentar e/ou automatizar habilidades básicas. Em geral utiliza *feedback* positivo e não deve julgar as respostas erradas. Os alunos trabalham com uma seleção randômica de problemas, repetindo o exercício quantas vezes forem necessárias para atingirem os objetivos determinados no programa. As respostas erradas são rapidamente detectadas, o que reduz a possibilidade de reforço em procedimentos errôneos.

Características:

- Existência de recursos motivacionais, para despertar a atenção do aluno.
- Acesso a ajudas, para encaminhar o aluno a respostas certas, sendo que o acesso a ajudas deve ser diminuído de acordo com a crescente complexidade da instrução.
- Existência de mensagens de erro. para encaminhar o aluno a resposta adequada.
- Uso de ilustrações, uso de animação, uso de cor. uso de recursos sonoros. para despertar. manter e reforçar a atenção e a motivação do aluno,
- Controle da sequenciação do programa pelo usuário, para respostas também sequenciadas e capazes de oferecer situações para a aquisição e retenção do conteúdo.
- Fornecimento de *'feedback'*. para melhoria do desempenho do aluno e assegurar o conhecimento da habilidade desejada.
- Tratamento de erro do usuário, para conduzi-lo ao domínio do conteúdo
- Geração randômica de atividades. para a retenção, melhoria do desempenho e atenção.
- Capacidade de armazenamento das respostas. a fim de verificar-se o desempenho do aluno.
- Adaptabilidade ao nível do usuário. assegurando o domínio das habilidades necessárias.
- Adequação do programa ao currículo da escola.
- Integração do programa com outros recursos ou materiais instrucionais, para o enriquecimento do aluno.
- Apresentação dos escores e resultados dos alunos para que este saiba a sua posição diante do conteúdo apresentado.
- Resistência do programa a respostas inadequadas assegurando a continuidade do programa.
- Facilidade de leitura da tela a fim de obter uma interação adequada com o aluno.

Tutorial

Os programas tutoriais podem introduzir conceitos novos, apresentar habilidades, pretender a aquisição de conceitos, princípios e ou generalizações através da transmissão de determinado

conteúdo ou da proposição de atividades que verifiquem a aquisição deste conteúdo. Servem como apoio ou reforço para aulas, para preparação ou revisão de atividades. entre outros aspectos.

Características:

- Existência de recursos motivacionais, a fim de garantir a atenção do aluno.
- Fornecimento de "feedback" encaminhando para respostas corretas.
- Adequando o vocabulário ao nível do usuário. garantindo a compreensão do conteúdo e do que está sendo pedido.
- Controle da sequenciação do programa pelo usuário. Especificando
- caminhos alternativos que possam ser escolhidos e seu grau de dificuldade.
- Mensagens de erro. com o intuito de conduzir o aluno a resposta correta, desejada ou adequada.
- Uso de Ilustrações, uso de animação, uso de cor, uso de recursos sonoros, para despertar a atenção do aluno e mantê-la.
- Definição do tempo de resposta permitido que o aluno aprenda em seu próprio ritmo.
- Adaptabilidade ao nível do usuário, promovendo a aplicação das habilidades já adquiridas e a aprendizagem das novas.
- Existência de ramificação para enfoques alternativos da instrução, facilitando a retenção e a transferência.
- Existência do tratamento de erro do usuário, analisando as respostas do aluno, determinando ou propondo segmentos corretivos ou mesmo fornecendo novas abordagens do conteúdo apresentado.
- Capacidade de armazenamento das respostas, para a verificação do desempenho final do aluno.
- Possibilidade de inclusão de novos elementos e/ou estruturas de conteúdo, tornando a substância do programa sempre atualizada e ao nível da clientela.
- Indicação de outros materiais para enriquecimento do aluno.
- Adequação do programa às necessidades curriculares da escola. e a consequente integração ao currículo.
- Verificação dos pré-requisitos necessários à instrução afim de diagnosticar as necessidades do aluno e situá-lo no programa.
- Orientação da aprendizagem através de segmentos propostos no menu
- Resistência do programa a situações hostis.

- Facilidade de leitura da tela, facilitando a comunicação usuário-computador.
- Passos da solução de problemas implícitos no programa.
- Capacidade de reformular o conhecimento, inferindo sobre o conhecimento já existente.
- Existência de recursos motivacionais.
- Adequação do vocabulário.
- Controle da sequenciação do programa
- Mensagens de erro.
- Representação do conhecimento utilizando som, cor, animação e gráficos.
- Ramificações do processo instrucional.
- Armazenamento de respostas.
- Diagnóstico dos pré-requisitos.
- Orientação da aprendizagem.
- Robustez.
- Facilidade de leitura das telas.
- Suporte para análises heurísticas.
- Respostas satisfatórias.

Simulações e Modelagem.

É a representação ou modelagem de um objeto real, de um sistema ou evento. É um modelo simbólico e representativo da realidade que deve ser utilizada a partir da caracterização dos aspectos essenciais do fenômeno. Isto significa que a simulação deve ser utilizada após a aprendizagem de conceitos e princípios básicos do tema em questão.

A primeira abordagem sobre simulações foi o uso de modelos em pequena escala para propósitos experimentais. A seguir, surgiram os computadores analógicos com possibilidade para se fazer computação paralela, mas ainda limitados para cálculos algébricos ou aritméticos.

A simulação induz a um nível intermediário entre o abstrato e o concreto, o valor pedagógico deste nível intermediário de abstração entre o fenômeno real e o modelo abstrato inserido para um conjunto de relações descrevendo o comportamento do fenômeno e que deve ser discutido. Deve-se a importância para clarificar os processos do mundo físico que são funcionalmente invisíveis para os alunos em sua interação com outros objetos.

As simulações são classificadas de acordo com o uso de computadores em educação como aprendizagem por descoberta, possibilitando aos alunos usar o computador e habilidades para explorar e solucionar problemas. Outra classificação encaixa a simulação como reveladora na qual são ressaltadas as habilidades dos computadores fazerem experiências com modelos e a capacidade de variar as condições.

Inúmeros fenômenos podem ser representados neste modelo simbólico e representativo da realidade. As características de realismo e imaginação são básicas à simulação: dependem do fenômeno trabalhado e de seu objetivo. Os componentes principais e invariáveis de uma simulação são: (a) o sistema de apresentação; (b) o aluno; (c) o sistema de controle. e. (d) o sistema de gerenciamento. Na apresentação do sistema o conteúdo pode ser trabalhado sob diversas formas, desde que estimule o usuário. O usuário é o elemento participante da simulação que controla o sistema, isto é, as variáveis e os parâmetros. O sistema gerenciador ajusta a simulação baseado na manipulação dos sistemas de controle pelos usuários. Cabe salientar que as simulações podem ser estáticas ou interativas.

A modelagem computacional é um sistema dinâmico e cada passo do cálculo pode ser definido de maneira elementar. Os modelos são construídos passo a passo, modificando-se os modelos anteriores. No caso das simulações os modelos não são visíveis não podendo ser analisados. A vantagem da modelagem reside em verificar como atuam as variáveis de um sistema.

A modelagem pode ser (a) dinâmica, onde identificam-se variáveis importantes que descrevem um sistema e especifica-se como elas variam ao longo do tempo, como os resultados dos valores de outras variáveis e constantes. As regras para evolução do sistema são regras para o cálculo dos próximos valores de uma variável; (b) autômatos celulares, consistindo em conjunto de células, cada uma com um número finito de estados. O estado de uma célula pode variar em função do estado que se encontram seus próximos vizinhos. O conceito fundamental é a evolução da estrutura de comportamento do conjunto de objetos que compõe o sistema; (c) modelagem semi-quantitativa é um modelo que parte da premissa de que em geral dispomos de muito poucos dados para formular um modelo quantitativo exato. O objetivo deste protótipo é desenvolver um programa em que se possa representar quantidades sem se indicar nada acerca de seus valores absolutos, mas onde é possível indicar alterações e sentido das alterações. Construir um modelo significa criar e indicar nomes das variáveis, ligá-las com setas que indicam se uma variável ao aumentar tem tendência a provocar o aumento da

outra. Esse tipo de modelagem pode ser o primeiro passo para estudantes compreenderem sistemas cada vez mais complexos.

Características:

- Fornecimento de “*feedback*”.
- Clareza nos comandos pedidos pelo programa.
- Controle das sequencias reprodutoras do evento pelo aluno, facilitando a simulação da realidade.
- Mensagens de erro claras e indicadoras do caminho correto a ser seguido pelo aluno.
- Uso de ilustrações, uso de cor, animação e recursos sonoros para fornecer dados mais reais ao aluno, suprimindo deficiências que a palavra escrita possa apresentar.
- Facilidade de leitura da tela.
- Apresentação dos resultados ao aluno tanto parcialmente quanto ao final da simulação.
- Ramificações para enfoques alternativos, apresentando as possibilidades diante do problema simulado.
- Capacidade de armazenamento das respostas, a fim de conhecer-se a estrutura do raciocínio do aluno diante do problema dado.
- Possibilidade de inclusão de novas estruturas e/ou segmentos de programa a fim de manter o conteúdo sempre atualizado e reproduzindo a realidade.
- Possibilidade de correção de erros realizados pelo aluno e detectados pelo próprio antes do registro.

Jogos

Os jogos devem ser fonte de recreação com vista a aquisição de um determinado tipo de aprendizagem. Geralmente envolvem elementos de desafio ou competição. Muitos jogos são confundidos com a simulação, pois utilizam algum tipo de habilidade. Os atributos motivacionais dos são vários e podem ser divididos em duas categorias: individual e interpessoal. São considerados motivações individuais o desafio, a curiosidade, o controle e a fantasia. São consideradas motivações interpessoais a cooperação, a competição e o reconhecimento.

Os jogos correspondem a um certo nível do desenvolvimento cognitivo. Os jogos são biológica e culturalmente determinados, e o autor supõe que há uma relação indissociável entre capacidade de solucionar problemas e tipos de problemas que o indivíduo enfrenta.

Com jogos aprende-se a negociar, a persuadir, a cooperar, a respeitar a inteligência dos adversários, a projetar consequências de longo prazo em um cenário, a ver o todo mais do que as partes.

Características:

- Existência de recursos motivacionais para despertar, manter e fixar a atenção do aluno.
- Clareza dos comandos a serem pedidos pelo programa antes de seu início.
- Controle da sequenciação pelo aluno
- Mensagens de erro claras
- Fornecimento de diretrizes no início do jogo e sua manutenção, a não ser quando a descoberta for parte do jogo.
- Diagramação da tela de forma clara.
- Apresentação dos resultados do aluno e de seu nível de desempenho.
- Adaptabilidade ao nível do usuário, promovendo interações que facilitem o alcance do objetivo do jogo.
- Capacidade de resistência a situações hostis.
- Fornecimento de “feedback” para facilitar o aumento do conhecimento e estimular o aluno- usuário.

HIPERTEXTO / HIPERMÍDIA

Hipertexto é comumente definido como uma forma não linear de armazenamento e recuperação de informações. Isto significa que a informação pode ser examinada em qualquer ordem, através da seleção de tópicos de interesse. Desta forma, um hipertexto tem como principal característica a capacidade de interligar pedaços de textos ou outros tipos de informação entre si através do uso de palavras-chave. O termo hipertexto refere-se aos primeiros sistemas construídos com a filosofia de ligações embutidas.

Nelson (1960) ao inventar o termo hipertexto visava imprimir as idéias de leitura e escrita não linear utilizando um sistema informatizado (XANADU). Tecnicamente um hipertexto é descrito como um conjunto de nós conectados por ligações. Os nós podem ser palavras, páginas, imagens, gráficos, seqüências sonoras e documentos complexos. Os itens de informações não são ligados linearmente

mas, sim através de ligações como estrelas de forma reticular. Funcionalmente, o hipertexto é um ambiente de Software para a organização de conhecimentos ou dados para a aquisição de informações e para a comunicação. Hiperdocumento é um documento de hipertexto construído em parte pelo autor e em parte pelo leitor.

Campos (1994), citando Macdaid (1991) define hipermídia como “um estilo de construção de sistemas para criação, manipulação, apresentação e representação da informação na qual:

- A informação se armazena em uma coleção de nós multimídia.
- Os nós se encontram organizadas em forma explícita ou implícita em uma ou mais estruturas (habitualmente uma rede de nós conectados por *links*).
- Os usuários podem acessar a informação, navegando através das estruturas disponíveis.

Hipertextos, hipermídia são particularmente adequados à educação. Pode-se enfatizar que a interação ativa de um indivíduo com a aquisição do saber é pedagogicamente interessante. Com a multimídia interativa, isto é, com a possibilidade de uma dimensão reticular, não linear, há o favorecimento de uma postura exploratória diante de um conteúdo a ser assimilado. Desta forma, hipermídia estaria relacionada à uma aprendizagem ativa. Neste sentido, ressalta-se que o produto de hipermídia e o processo de desenvolvimento de uma aplicação interessam, ambos, à educação. O produto de hipermídia consiste em sistemas que tornam possível a disponibilidade de uma grande quantidade de material de aprendizagem estruturado. Este material é acessível a partir de uma máquina e, navegável através de ligações explícitas. O material de aprendizagem armazenado no produto de hipermídia envolve comunicação de instruções baseada em diferentes canais (texto, gráfico, audio, video, etc...).

Segundo Ilabaca (1992) a estrutura de um hipertexto pode variar em diferentes modelos. Um típico *software* de hipertexto consiste em um editor gráfico, base de dados e ferramenta de *browsing* para uma visão tridimensional.

FCampos ((1994) em tese de Mestrado apresentada à COPPE/UFRJ e em trabalhos conjuntos com Gcampos e Rocha (1993a e 1993b) estabeleceu características para hipertextos e hipermídia que são citados a seguir.

Características

- Qualidade da documentação;
- Facilidade de entendimento da estrutura do hiperdocumento;
- Documento disponível sobre os nós;
- Alterabilidade corretiva
- Clareza das informações;

- Facilidade de aprendizado;
- Eficiência de utilização;
- Facilidade de lembrança;
- Facilidade de localização;
- Clareza dos comandos;
- Adequação do vocabulário ao nível do usuário;
- Estabilidade;
- Existência de recursos motivacionais;
- Controle da sequenciação do hiperdocumento;
- Diagramação das telas;
- Uso de ilustrações, animação, video, cor;
- Uso de marcas especiais;
- Uso de recursos sonoros;
- Facilidade de leitura de textos na tela;
- Tempo de troca de nós;
- Suporte de múltiplas janelas;
- Rolamento de telas e janelas;
- Uso de ícones;
- Previsão de realimentação;
- Seleção de auxílio;
- Integração;
- Tutorial para leitura;
- Tempo de exposição de telas.

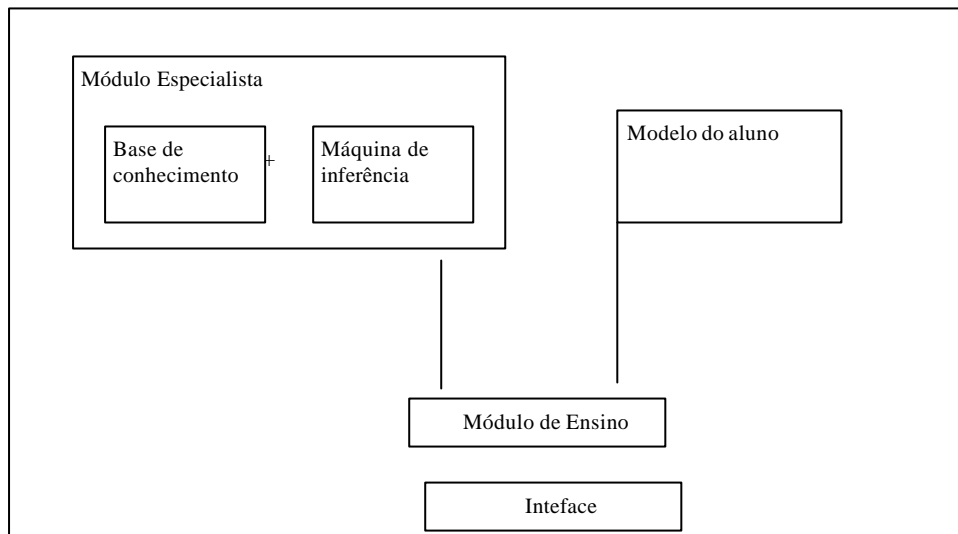
TUTORES INTELIGENTES

O objetivo dos Tutores Inteligentes (ITS) é trazer maior flexibilidade e interatividade no domínio da tutoria, sobretudo em Matemática, programação e Medicina. Pode-se definir estes sistemas como uma tentativa de integrar técnicas de Inteligência Artificial e uma teoria da psicologia de aquisição de conhecimento dentro de um plano de ensino.

Os objetivos dos ITS deve ser muito exato pois, o sistema deve fornecer capacidades de raciocínio e resolução de problemas no domínio de aplicação. O ITS deve possuir um conhecimento do perfil do aluno a fim de ser sensível ao comportamento do estudante. Evidentemente, o ITS deve possuir uma interface com linguagem natural e a capacidade de diálogo deve ser desenvolvida.

A diferença crucial entre ITS e CAI situa-se na separação do programa de decisões e do programa de conhecimento. Ressalta-se que esta separação metodológica é essencial porque o objetivo principal torna-se uma compreensão mais profunda do sistema de tutoria para poder construir modelos apropriados.

A estrutura de uma arquitetura de ITS



fig(1) Fonte:(Fischetti & Gisolfi, 1990)

O módulo especialista possui o conhecimento sobre o tópico a ser ensinado; o modelo de aluno gerencia a compreensão do estudante sobre o conteúdo, o módulo de ensino explica as estratégias de tutorias adequadas e a interface lida com a forma da comunicação do conhecimento.

Características:

- Conhecimento do domínio do problema;
- Representação do entendimento do aluno sobre o assunto durante a sessão de tutoria
- Conhecimento de estratégias pedagógicas
- Possibilidade de reconhecimento do raciocínio do aluno
- Dialogo intensivo e ativo com o aluno
- Modelagem do ensino
- Interface que modela o sistema, oferecendo possibilidades de utilização de outras modalidades como simulação
- Possibilidade de uso de animação e uso de símbolos expressivos (ícones)
- Possibilidade de diagnóstico do conhecimento do aluno sobre o problema
- Pedido de resposta do aluno a fim de oferecer tutoria constante

- Possibilidade de oferecimento de ajuda para solução do problema
- Possibilidade de análise estatística do desempenho do aluno
- Possibilidade de inferência do domínio do aluno sobre o tópico.

Werneck(1993) ressalta que alguns tutores inteligentes foram desenvolvidos a partir de sistemas especialistas. “comparando esses dois sistemas constata-se que eles atendem a diferentes propósitos. Enquanto os sistemas especialistas têm a intenção de solucionar problemas, os tutores inteligente, além de resolver problemas, constroem um modelo de solução humana do problema para possibilitar o reconhecimento do raciocínio do aluno”.

A TAXONOMIA DE MENDELSON

Mendelsohn (1990) ao estudar os ambientes inteligentes de aprendizagem (AIA) demonstrou que o surgimento e o desenvolvimento das tecnologias educativas podem provocar uma renovação da pesquisa cognitiva pois, as novas tecnologias de tratamento da informação permitem imaginar e realizar cenários a fim de assistir e melhorar a eficácia da aprendizagem através do ensino. Três argumentos são apresentados para serem pontos de partida para definição de ambientes:

1. A construção de sistemas informatizados dedicados ao ensino necessitam de conteúdos adaptados ao aluno;
2. A gestão da interação entre o sistema e o aluno, isto é, considerar a concepção de interface;
3. As tecnologias permitem a construção de um sistema de coleta de dados sobre a aprendizagem e suas condições de realização.

Os AIAs podem ser descritos em dois eixos ortogonais: um caracteriza o ambiente informatizado e o outro, a aprendizagem visada pelo sistema. O primeiro eixo representa a abertura do sistema informatizado em relação às ações que o sujeito pode realizar sobre o ambiente. O segundo eixo representa o tipo de conhecimento sobre o qual se prevê que o software possa contribuir para a aprendizagem. Mendelsohn(1990) afirma que em uma das extremidades (eixo 1) se encontra as atitudes do metaconhecimento (planificação da ação e heurística de resolução de problemas) e sob o eixo 2, os sistemas especializados construídos para permitir a aquisição de um conhecimento bem definido. Este conhecimento tem a propriedade de ser dependente de um contexto específico. O produto cartesiano destas duas dimensões delimita quatro zonas distintas nas quais os principais ambientes de aprendizagem disponíveis podem ser explicitados (figura 1).

Os **softwares aplicativos** (tratamento de texto, planilhas, base de dados, software gráfico, software para cálculo, etc...) podem ser considerados como abertos do ponto de vista da informática. Oferecem a possibilidade de construção de macro-comandos similares aos procedimentos de linguagem de programação clássica. Sendo software especializados, destinam-se a uma atividade com conteúdo preciso como esquematizar, classificar objetos ou resolução de problemas numéricos.

Os **micro-mundos** são sistemas informatizados abertos onde o aluno deve explorar um domínio com um mínimo de ajuda do sistema, combinando as primitivas de uma linguagem de programação (ex: LOGO). O aluno aprende a aprender utilizando o ambiente para espelhar seus conhecimentos e construir novos objetos.

Os **courseware** são softwares educacionais clássicos que, a partir de uma situação interativa entre o aluno e um problema, leva o aluno a resolvê-la. A gama de atividades possíveis é vasta mas, cada sequência é fechada por respostas interpretáveis pelo programa. São considerados como parte de um ambiente que favorece pouco a iniciativa do aluno e são muito especializados em relação aos objetivos pedagógicos. A concepção deste ambiente repousa no diálogo interativo, e, a aprendizagem consiste no sujeito (aluno) realizar a sequência de procedimentos associados a determinados conceitos.

Os **tutorias** são como alguns coursewares onde à características de resolução de problemas acrescentou-se o componente tutorial onde são representados o modelo do aluno, o conhecimento e a técnica do professor, e, a especialização do conhecimento a ser ensinado. A idéia é permitir aprendizagem de alto nível (a lógica compreensão) através da tutoria entre o sistema do professor e o sistema do aluno. A concepção destes sistemas é análoga às ajudas “on line” disponíveis, por exemplo, nos aplicativos.

Os **ambientes inteligentes de aprendizagem** permitem ultrapassar a oposição simplista entre os defensores da aprendizagem por indução (atividades exploratórias do sujeito) e os defensores de tutorias. Estes sistemas devem ser capazes de favorecer a aquisição de conceitos e procedimentos associados a um domínio do conhecimento, permitindo ao aluno transformar-se suas experiências em conhecimento organizado. Neste ambientes, considera-se que a melhor forma de aprender é conceber ferramentas que assistam aos alunos para que possam comunicar-se de forma eficaz.

METODOLOGIA PARA AVALIAÇÃO DE SOFTWARE EDUCACIONAL DE THOMAS REEVES

A metodologia proposta por Reeves em [Reeves, 1994] apresenta duas abordagens complementares na avaliação de software educacional. Uma delas baseia-se em quatorze critérios e a outra em dez critérios relacionados a interface com usuário.

Os critérios são avaliados através de uma marca sobre uma escala não dimensionada representada por uma seta dupla. Em cada extremidade da seta são colocados os conceitos antagônicos que caracterizam o critério. De modo que na extremidade esquerda fica situado o conceito mais negativo. A conclusão a respeito da avaliação é obtida graficamente analisando a disposição dos pontos marcados nas setas que devem ser ligados colocando-se as setas umas sobre as outras. A figura 4 mostra o procedimento gráfico realizado nos critérios.

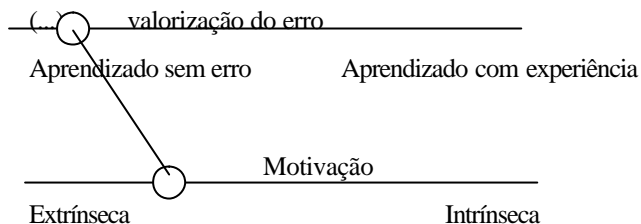
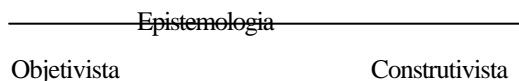


Figura 4: Procedimento gráfico na metodologia de Reeves.

A seguir são descritos os critérios que compõe cada uma das abordagens.

Critérios Pedagógicos:

1. **Epistemologia:** diz respeito a natureza do conhecimento



Epistemologia Objetivista: estabelece as seguintes facetas:

- Conhecimento existe separado do saber
- Realidade existe independente da existência da experiência
- O conhecimento é adquirido de forma objetiva através dos sentidos
- A aprendizagem consiste em adquirir verdades
- O aprendizado pode ser medido precisamente com testes

Epistemologia construtivista: estabelece as seguintes facetas:

- O conhecimento não tem sentido sem a participação do homem

- Embora a realidade exista independentemente, o que conhecemos dela, é individualmente constituído.
- O conhecimento é constituído subjetivamente baseado em experiências anteriores e em um processo metacognitivo ou reflexão
- O aprendizado consiste na aquisição de estratégias que atenda a um objetivo
- O aprendizado pode ser estimado através de observações e diálogos.

2. Filosofia Pedagógica

_____ filosofia pedagógica _____

Instrutivista

Construtivista

Instrutivista:

- Infatiza a importância de metas e objetivos independentes do aluno
- Baseada na teoria comportamentalista
- O aluno é visto como um agente passivo, como um recipiente vazio que será preenchido de conhecimento.

Construtivista:

- Enfatiza a primazia da intenção, experiência e estratégias metacognitivas do aluno
- O conhecimento é constituído individualmente pelo aluno
- Garantir um ambiente de aprendizado o mais rico possível
- Diferente da instrutivista, o aluno é visto como um indivíduo repleto de conhecimento pré existente, atitudes e motivações.

3. Psicologia Subjacente

_____ Psicologia subjacente _____

Comportamental

Cognitiva

Comportamental:

- Os fatores do aprendizado não são estados internos que podem ou não existir, mas comportamentos que podem ser diretamente observados
- A instrução consiste na modelagem do comportamento desejável obtido através de estímulo-respostas.

Cognitiva:

Aprendizado sem erro

Aprendizado com a experiência

Aprendizado sem erro: as instruções são organizadas de maneira que o aluno é induzido a responder corretamente.

Aprendendo com a experiência: apoia-se na máxima “a experiência é o melhor professor”. Provê oportunidades para que o aluno aprenda com seus próprios erros.

9. **Motivação**

Extrínseca

Intrínseca

Extrínseca: a motivação vem de fora do ambiente de aprendizado

Intrínseca: integrada ao ambiente de aprendizado.

10. **Estruturação**

Alta

Baixa

Alta: os caminhos são previamente determinados

Baixa: uma série de opções é oferecida de modo que o aluno possa escolher a ordem que desejar.

11. **Acomodação de diferença individuais**

Não –Existentes

Multi-facetadas

Não existentes: considera os indivíduos iguais(homogêneos)

Multi-facetada: leva em consideração a diferença entre os indivíduos.

Controle do Aluno

Não existente

Irrestrito

Não Existente: todo o controle pertence ao programa

Irrestrito : o aluno decide que seções estudar, que caminhos seguir, que material utilizar.

Obs. Ainda é uma questão em aberto até que ponto o controle irrestrito é benéfico. Embora essa classificação esteja na posição à direita.

Atividade do Usuário

Matemagênico

Generativo

Matemagênico: ambientes de aprendizagem nos quais pretende-se capacitar o aluno a “acessar várias representações do conteúdo”.

Generativo: ambientes de aprendizagem que engajam o aluno no processo de criação, elaboração ou representação do conteúdo.

Aprendizado Cooperativo

Não suportado

Integral

Não suportado: não permite o trabalho cooperativo entre alunos (em pares ou grupos).

Integral: permite o trabalho cooperativo de modo que os objetivos sejam compartilhados beneficiando o aluno tanto instrucionalmente quanto socialmente.

A seguir serão apontados dez critérios que avaliam a interface com o usuário, que de acordo com Reeves (1994) não são suficientes para fazer uma análise completa de um software educacional, mas auxiliam a avaliar os aspectos artísticos e técnicos que não são citados nos critérios de abordagem pedagógica.

1. Facilidade de Utilização

difícil fácil

2. Navegação

difícil fácil

3. Carga Cognitiva

difícil fácil

4. Mapeamento (se refere a habilidade do programa em rastrear os caminhos percorridos pelo aluno)

nenhum Poderoso

5. Design de Tela

Princípios violados Princípios respeitados

6. Compatibilidade Espacial do Conhecimento

Incompatível compatível

7. Apresentação da informação

confusa clara

8. Integração das Mídias

não coordenada coordenada

9. Estética

Desagradável Agradável

10. Funcionalidade Geral

Não funcional Altamente Funcional

AS NORMAS ISO PARA AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE PRODUTOS DE SOFTWARE

A norma ISO/IEC 12119 trata de pacotes de software na forma como são oferecidos e liberados para uso. Nesta seção vamos verificar como a norma ISO considera a avaliação, o julgamento e a certificação.

A avaliação é o processo técnico de mediação de qualidade. Julgamento é a emissão de um juízo sobre a qualidade e a Certificação é a emissão de uma declaração a respeito da qualidade, sendo portanto, uma atividade essencialmente administrativa.

A avaliação do Processo de desenvolvimento de Software consiste no exame dos procedimentos operacionais e gerenciais, métodos e técnicas utilizados nas fases de desenvolvimento de um produto de software, com o objetivo de identificar práticas que possam provocar problemas na qualidade do produto e de estabelecer novas práticas que evitem estes problemas. Procura-se avaliar como está sendo desenvolvido o software através de: verificação de gerenciamento de configuração e controle de versões (manutenibilidade); uma adequada organização de testes e procedimentos para controle de mudanças (confiabilidade); e testes internos bem elaborados que possam auxiliar no processo de revisão.

A avaliação do Produto de software no exame de um produto final resultante de um Processo de desenvolvimento de software, ou de produtos resultantes de atividades de fases intermediárias desse processo. Deve-se avaliar a qualidade do produto liberado por diversas razões: identificar e entender as razões técnicas para as deficiências e limitações do produto, que podem manifestar-se através de problemas operacionais ou problemas de manutenção. Comparar um produto com outro, mesmo que indiretamente e formular um plano de ação de como fazer o produto de software evoluir.

A avaliação do Processo dá uma expectativa de geração de produtos melhores mas, não garante a qualidade do produto final. Neste sentido, os dois tipos de avaliação são necessários e complementares. Ambas as avaliações tem como objetivo final melhorar a qualidade do produto em uso. Qualidade em uso é o grau em que o produto pode ser usado por usuários específicos para

alcançar objetivos especificados com eficácia e satisfação num contexto específico de uso (ISO/IEC 14598-1).

Os aspectos técnicos para a avaliação da qualidade do produto são abordados em três normas:

ISO/IEC 9126: Características de Qualidade de Software

ISO/IEC 14598: Guias para Avaliação do Produto de Software

ISO/IEC 12119: Requisitos de Qualidade e Testes de Pacotes de Software.

VALOR E VIABILIDADE NO SOFTWARE EDUCACIONAL

Neste sentido, o EDUCOM (uma associação americana com inúmeros: colégios, escolas, universidades e outros tipos de organização associadas) vem desenvolvendo pesquisa a fim de identificar quais famílias de software que possuem valor e são viáveis.

A definição de termos faz aqui importante, pois, “valor” significa a utilizabilidade educacional demonstrada basicamente por preços e resultados de avaliações. O software é viável quando utilizado bastante e por um período longo de tempo no qual os desenvolvedores, distribuidores e usuários possam sentir-se satisfeitos com o retorno de seus investimentos individuais. O EDUCOM criou, então, um projeto “*Valuable Viable Software Project*” cujos integrantes são acadêmicos, editores de software e vendedores de hardware.

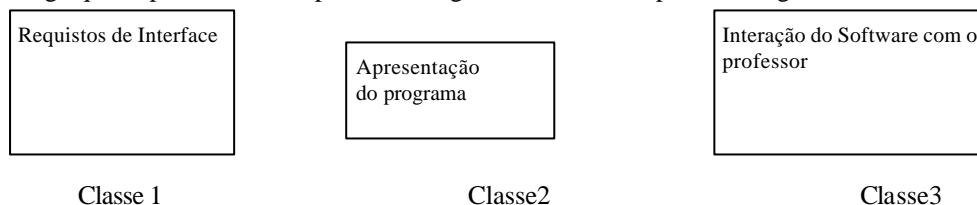
Apresentam uma taxonomia do software viável e com valor que reproduzimos abaixo

- Produtos de software criado para uso instrucional;
- Produtos “*worldware*” (isto é, produtos de software criados sem um propósito educacional e que mais tarde, são redesenhados, em parte, para uso educacional, com conteúdo).

UMA EXPERIÊNCIA E SEUS RESULTADOS

Em 1992, 1993 e 1994 foi realizada uma pesquisa de campo cuja amostra constou de 67 professores de diferentes disciplinas, em exercícios, seja na rede estadual ou em colégios particulares do Estado do Rio de Janeiro (Tese de Doutorado de Gilda H.B. Campos COOPE/UFRJ-1994). O percentual da área de atuação destes professores foi distribuídos nos dois anos da pesquisa em 50% de professores da cidade do RJ e de Niterói e, 50% de diferentes municípios do estado do RJ. A razão da distribuição desta amostragem deveu-se a realização do I e II Curso de Informática na Educação para graduados promovido pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFJR, através da Coordenação

de Informática no Desenvolvimento e Avaliação de Software Educacional onde foi aplicado um instrumento com o intuito de validar os critérios avaliativos a partir da opinião dos professores. Neste instrumento foi pedido aos professores que assinalassem o grau de relevância de cada critério que havia sido selecionado na literatura e em contato com especialistas. Ao analisar as respostas, verificou-se logo que os professores compuseram três grandes classes compostas da seguinte forma:



A primeira classe, indicada pelo grupamento das respostas dos professores parece sugerir recomendações par ao desenvolvedor quanto aos requisitos de interface. Sob a análise efetuada das respostas dos professores durante esta pesquisa, verificou-se que este trabalho deveria estar ligado aos desenvolvedores de software já que não parece pertinente que o professor deva dominar a técnica de programação ou mesmo a estrutura lógica. A segunda classe evidencia recomendações quanto à transparência da apresentação do programa ao aluno. Poderia-se chamar esta classe de “preocupações didáticas” pois ela revela o lado pedagógico que um produto de software deve possuir. A terceira classe sugere facilidades para a interação do professor- software na prática pedagógica, pois demonstra a pertinência da interatividade em uma possível construção de conhecimento através das atividades propostas pelo ambiente.

A utilizabilidade é o objetivo mais importante para os professores, significando que o especialista em informática deve estar presente no desenvolvimento do software educacional. Uma equipe multidisciplinar deve ser formada para o trabalho de desenvolvimento. Para seleção de um produto de software ninguém é mais representativo que o professor que domine o seu conteúdo, as estratégias pedagógicas e que esteja atualizado com as novas necessidades educacionais. Gostaria de acrescentar a importância de se ouvir o aluno em relação à importância dos critérios para a avaliação da qualidade de software em sua fase de desenvolvimento. Os alunos sabem apontar quais os mecanismos que despertam sua motivação.

Agora pode-se pensar em critérios de avaliação da qualidade de um software educacional. Na verdade, são critérios para a avaliação da qualidade de um software que pode ser utilizado como educacional também. E isto é importante, pois, estamos tratando aqui de produtos de software disponíveis no mercado. Quando professores vão adquirir um software ou vão adquirir um software

ou vão trabalhar em uma equipe de desenvolvimento, o que devem olhar? O que devem analisar e privilegiar? Abaixo estão listados alguns aspectos que devem ser considerados.

- Possibilidade de correção de conteúdo (alterabilidade)
- Facilidade de leitura da tela (amenidade ao uso)
- Clareza dos comandos (amenidade de uso)
- Independência da linguagem (independência do ambiente)
- Adaptabilidade ao nível do usuário (Eficiência do processamento)
- Adequação do programa ao nível do usuário (Validabilidade)
- Facilidade de leitura do programa (Clareza)
- Ausência de erros no processamento do programa (Correção)
- Adequação do programa às necessidades curriculares (Rentabilidade)
- Independência de hardware (Independência do ambiente)
- Existência de recursos motivacionais (Amenidade de uso)
- Previsão de atualizações (Validabilidade)
- Ausência de erros de conteúdos (Validabilidade)
- Possibilidade de inclusão de novos elementos (Alterabilidade)
- Resistência do programa a respostas inadequadas (Robustez)
- Adequação do vocabulário (Amenidade ao uso)
- Fornecimento de *feedback* (Amenidade ao uso)
- Apresentações dos escores aos alunos (Validabilidade)
- Uso do tempo do equipamento (Rentabilidade)
- Integração do programa com outros recursos (Rentabilidade)
- Capacidade de armazenamento das respostas (Eficiência do processamento)
- Existência de tratamento de erro (Amenidade ao uso)
- Controle da sequenciação do programa (Amenidade ao uso)
- Diagramação das telas (Amenidade ao uso)
- Tempo de resposta (Eficiência do processamento)
- Existência de ramificações para enfoques alternativos (Amenidade ao uso)
- Existência de mensagem de erro (Amenidade ao uso)
- Acesso a *helps* (Amenidade ao uso)
- Existência de manual do usuário (Amenidade ao uso)
- Uso de ilustrações (Amenidade ao uso)
- Uso de cor (Amenidade ao uso)

- Tempo de exposição de telas (Amenidade ao uso)
- Uso de animação (Amenidade ao uso)
- Existência de geração randômica de atividades (Amenidade de uso)
- Uso de recursos sonoros (Amenidade de uso).

No entanto, com o intuito de estabelecer precisão e fornecer garantia de seriedade nos resultados da avaliação apresentamos, a seguir, um método que torna viável a estruturação dos critérios avaliativos.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE SOFTWARE EDUCACIONAL

Neste trabalho procurou-se fornecer critérios de carácter genérico que são importantes para qualquer especificidades de cada modalidade de software educacional, onde foram identificadas características e critérios para Exercícios e Prática, Tutorial, Simulação e Modelagem, Jogos, Hipertextos e Tutores Inteligentes.

Sei que o assunto não foi esgotado e que uma metodologia possui sempre um carácter prescritivo. No entanto, acredito que a orientação para a realização da avaliação é sempre positiva.

CONSIDERAÇÕES

O software educacional além de estar posicionando-se no mercado, vem despertando interesse crescente na comunidade acadêmico – científica quanto à sua avaliação.

Por ser um processo complexo, a avaliação de software, tanto em seu desenvolvimento como na seleção de produto, envolve inúmeras questões a respeito do processo de ensino - aprendizagem como problemas concretos e operacionais relativos à Engenharia de Software.

A fim de identificar quais são os objetivos e fatores que determinam a qualidade do produto de software educacional, e para auxiliar na avaliação dos mesmos que foi desenvolvido este projeto procurando sempre dar um enfoque mais atualizado aos métodos de avaliação.

MÉTODO PARA A AVALIAÇÃO DA QUALIDADE

O método para avaliação da qualidade baseia-se nos seguintes conceitos.

- Objetivos de qualidade: determinam as propriedades gerais que o produto deve possuir.

- Fatores de qualidade do produto: determinam a qualidade do ponto de vista dos diferentes usuários do produto.
- Critérios: definem atributos primitivos possíveis de serem avaliados.
- Processo de Avaliação: determinam os processos e os instrumentos a serem utilizados de forma a medir o grau de presença, no produto, de um determinado critério.
- Medidas: indicam o grau de presença, no produto, de um determinado critério.
- Medidas agregada: Indicam o grau de presença de um determinado fator e são resultantes da agregação das medidas obtidas da avaliação segundo os critérios.

Os objetivos de qualidade são atingidos através dos fatores de qualidade, que podem ser compostos por outros fatores, que por sua vez, são avaliados através de critérios. Os critérios definem atributos de qualidade para os fatores. Medidas são os valores resultantes da avaliação de um produto segundo um critério específico.

A partir do método descrito e considerando-se que o software é desenvolvido para atender as necessidades de seus usuários, determinados objetivos devem ser atingidos:

- **Confiabilidade Conceitual** dado que o produto precisa satisfazer às necessidades e requisitos que motivaram sua construção.
- **Confiabilidade de representação**, que refere-se às características de representação do produto que afetam sua compreensão e manipulação, e
- **Utilizabilidade**, que determina a conveniência e viabilidade de utilização do produto ao longo de sua vida útil. Para que um produto seja utilizável são necessárias a confiabilidade conceitual e a confiabilidade de representação.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICA

Campos, Gilda Helena Bernadino de. Construcao e Validacao de Ficha de avaliacao de produtos educacionais para microcomputadores. Dissertacao de Mestrado apresentada a faculdade de Educacao. UFRJ, 1989.

Campos, Gilda Helena Bernadino de & Rocha, Ana Regina C. da. Manual para avaliacao da qualidade de software educacional. Relatório técnico do programa de Engenharia de Sistemas e Computacao. COPPE/UFHJ. 1990

Mendelsohn, P. Les environnements intelligents. TCFA document, 9-17. Génève. 1990

Campos, Gilda H. Bernadino de & Rocha, Ana Regina C. da . Critérios de avaliacao e modalidade do uso do computador como tutor. Congresso Latino americano de tecnologia . Caracas Anais . 1991.

Campos, Gilda H. Bernadina de; Campos, Fernandan C.A & Rocha, Ana Regina C. da. Avaliacao da qualidade de software educacional. Congresso Qualidade Total em Educacao. Universidade Gama Filho. 1993. Anais.

Campos, Gilda H. Bernadino de. Vers une méthodologie d'évaluation des logiciels éducatifs.

Fascicule de Didactique des Mathématiques. Institut de Recherche Mathématique de Rennes. 1992.

Cardoso, Rogério H. B. Nesi Pereira. Predicao, Estimada e Medicao da confiabilidade durante o ciclo de vida do software. Dissertacao de Mestrado apresenta a COPPE, programa de Engenharia de Sistemas e Computacao

UFRJ,1990.

Davis,Carol J; Thompson Barrie & Smith, Peter. Industrial acceptance of Software Qualify Assurance Standards. IEEE, 1993.

Basili, Victor R.& Rombach ,Dieter H. Implementing quantitive SQA: A practical model. IEEE Software, september. 1987.

Baranson, Jack & Roark. Robin. Trends in north-south tranfer of high techonology.In, Natan Rosenberg & Claudio Fristack (Eds.) International Technology transfer: Concepts,Measures and Comparisons. London, 1985.

Gras,Régis. L analyse des données: une méthodologie de traitement de questions de didactique. Recherches en didactique des mathématiques,1992.12. (1).59-72.

Gras, Régis & Larher . Annie. L`implication statistique, une nouvelle méthode d`analyse de donnés. Mathématique, Informatique et Science humaine.1993, 31(120).5-31.

Ilabaca,Jaime S. Informática Educativa. Editorial Universitário. Santiago de Chile.1993.

Reeves, Thomas. Systematic Evaluation Procedures for Interactive Multimedia for Education and Training. Multimedia computing: preparing for the 21 st century. Harrisburg, PA. Idea Group. 1994.

Kahn,Brian. Os computadores no ensino da ciência. Publicacoes Dom Quixote. Lisboa.1991.

Kahn,Brian. Os computadores no ensino da ciência. Publicacoes Dom Quixote. Lisboa.1991.

Ogborn,John; Teodoro . V.& Freitas, J. Modelacao com o computador: possibilidades e perspectivas. Desenvolvimento de sistemas educativos. GEP.1992.

Oliveira, João Batista Araújo & Chadwick, Clifton B. Tecnologia Educacional. Teorias da instrucao. Petrópolis, Vozes, 1984.

Panqueva A .H.G. Reflexion acerca del uso education primaria y secundaria.Informatica Educativa. Colombia (4),1.1991.

Pelgrum, Willem J.& Plomp, Tjeerd. The worwide use of computers: a description of main trends. Computers in education, vol.20 (4),323-332. Great - Britain.1993.

Pressman, Roger S. software Engineering. A practitioner`s Approach. Nem York: Macgraw-Hill, Nem York, 1992.

Rocha, A .R. C. da Campos, Gilda H. Bernadino de. Avaliacao da qualidade de software educacional. Em Aberto. Brasília. ano 12, (57), jan|mar. 1993.

Shepperd. M. products ,process and metrics. Information sand software Technology, vol.34 (10). Out. 1992.

Stahl, Marimar M. Avaliação da qualidade de software educacional. Relatório técnico do programa Engenharia de Sistemas e Computação.COPPE/UFRJ,1988.