

Capítulo 3

UMA TAXONOMIA PARA AMBIENTES DE APRENDIZADO BASEADOS NO COMPUTADOR

Maria Cecília Calani Baranauskas*

Heloísa Vieira da Rocha*

Maria Cecília Martins**

João Vilhete Viegas d'Abreu**

INTRODUÇÃO

A tecnologia computacional tem mudado a prática de quase todas as atividades, das científicas às de negócio até às empresariais. E o conteúdo e prática educacionais também seguem essa tendência. Podemos dizer que a criação de sistemas computacionais com fins educacionais tem acompanhado a própria história e evolução dos computadores. Os primeiros usos do computador em Educação surgiram ainda no final da década de cinquenta e representavam as possibilidades tecnológicas da época. Ao mesmo tempo, devemos observar que os paradigmas de aprendizado embutidos nesses sistemas, isto é, a maneira de se entender o ensino/aprendizado, refletem e situam o contexto educacional vigente à época. A chamada “instrução programada”, foi a base para os primeiros sistemas e representava uma automatização do processo de ensino/aprendizado consistente com as possibilidades tecnológicas vigentes.

Essa classe de sistemas continuou a evoluir, até os dias de hoje, incorporando avanços tecnológicos, principalmente na área de Inteligência Artificial (IA), que possibilitaram uma sofisticação grande nos sistemas computacionais derivados, atualmente chamados Tutores Inteligentes (TI). Dos primeiros sistemas, entendidos como máquinas de ensinar, os atuais “imitam” a ação de um tutor, gerando problemas de acordo com o nível entendido do estudante em particular, comparando as respostas dos estudantes com as de especialistas no domínio, diagnosticando fraquezas, associando explicações específicas para certos tipos de erros, decidindo quando e como intervir. Essa classe de sistemas será tratada na seção “Ensino Assistido por Computador”.

Dos sistemas baseados no paradigma instrucionista, onde pouca ou nenhuma iniciativa e controle são reservados ao estudante, um novo paradigma educacional começou a nortear o desenvolvimento de sistemas computacionais para uso em Educação, fundamentado nas idéias “construcionistas” de Papert (1986). A “liberdade” de iniciativa e controle do estudante no ambiente computacional e o aprendizado entendido como construção pessoal do conhecimento propostos por Papert e exemplificados pelo ambiente de programação Logo, foram, inicialmente, contrapostos às noções diretivas de currículo e de ensino.

Atualmente, uma classe de sistemas computacionais, baseados na idéia de ferramentas para uma interação rica em ambientes interessantes, é proposta para promover o aprendizado “construcionista”. O objetivo é encorajar o estudante a tomar a iniciativa e o aprendizado é entendido não como mera aquisição de conhecimento, mas como uma evolução em direção à expertise (Cumming & Self, 1990), no qual componentes como planejamento, descrição, execução e reflexão são parte do ciclo interativo do aprender (Valente, 1993). O “aprender fazendo e refletindo” é exemplificado em ambientes de modelagem e simulação, micromundos, ambientes de programação e de autoria e será tratado na seção “Ambientes Interativos de Aprendizagem”.

O grande avanço tecnológico atual, as redes de computadores, em especial a Internet, que permite conectar pessoas espalhadas pelo mundo todo, tem sido o novo impulso e a nova promessa em direção ao uso da tecnologia de computadores para um entendimento mais amplo de Educação e da consciência de sermos “cidadãos do mundo”. A tecnologia de redes de computadores viabiliza funções em que não só os estudantes, mas os próprios professores podem desenvolver suas atividades de um modo colaborativo.

Além da perspectiva que surge com uma nova forma de comunicação, a Internet tem sido, também, utilizada para veicular sistemas computacionais das classes mencionadas anteriormente: ensino assistido por computador e ambientes interativos de aprendizado, que têm seu acesso facilitado pela rede. O aprendizado socialmente distribuído ou construído

* Instituto de Computação - IC/Unicamp

** Núcleo de Informática Aplicada à Educação - Nied/Unicamp

é tópico de pesquisa relativamente recente, que começa a estudar e propor sistemas e metodologias baseados no paradigma do aprendizado “colaborativo” e será tratado na seção “Aprendizado Socialmente Distribuído”.

Um paradoxo sempre ameaça o sucesso do uso das novas tecnologias em determinado domínio. No caso do uso educacional, a mesma tecnologia que torna possível automatizar métodos tradicionais de ensino e aprendizagem tem também ajudado a criar novos métodos e a redefinir objetivos educacionais vigentes. Por exemplo, novas tecnologias automatizaram a manipulação simbólica algébrica e a correção de ortografia, tornando essas habilidades menos importantes para aprender, enquanto aumentaram a importância de habilidades de mais alta-ordem requeridas para fazer uma matemática e escrita mais criativas. Como resultado, o uso de novas tecnologias na educação tem levado métodos e objetivos tradicionais da aprendizagem a fazer cada vez menos sentido.

Essa situação apresenta tremenda dificuldade para o desenvolvimento de aplicações educacionais efetivas. Métodos e objetivos tradicionais de aprendizagem são pelo menos bem entendidos e razoavelmente bem definidos. Mas novos métodos – por exemplo, aprendizagem por meio de pesquisa, colaboração, ou visualização – e novos objetivos ainda não foram acordados pela comunidade educacional e muito menos operacionalizados. As aplicações computacionais dirigidas à educação não estão mais simplesmente tentando ensinar habilidades tradicionais de modo mais rápido, eficiente e com um menor custo. Em vez disso, estão tentando participar de um processo de mudança dos métodos de ensino e aprendizagem e redefinindo os objetivos e resultados desejáveis desses processos. As próximas seções apresentam as principais classes de sistemas computacionais para uso em educação, de acordo com sua evolução histórica e seus pressupostos educacionais.

Dentro de um panorama geral das diferentes abordagens para sistemas computacionais em Educação, apresentaremos classes desses sistemas, com base nos paradigmas educacionais subjacentes e quem mantém o controle da interação (sistema, estudante, misto). Estamos nomeando “ensino assistido por computador”, à classe de sistemas que exemplificam o paradigma instrucionista de aprendizagem e detêm o controle da interação; “ambientes interativos de aprendizagem”, à classe de sistemas que exemplificam o paradigma construcionista e cujo controle da interação está totalmente nas mãos do aprendiz ou é compartilhado entre o aprendiz e o sistema; e “aprendizado socialmente distribuído”, à classe que representa as novas possibilidades surgidas com a Internet e a globalização da informação. Cada classe de sistemas é ilustrada com exemplos de sistemas comerciais ou de domínio público.

ENSINO ASSISTIDO POR COMPUTADOR

O ensino assistido ou auxiliado por computador parte do pressuposto de que a informação é a unidade fundamental no ensino e, portanto, preocupa-se com os processos de como adquirir, armazenar, representar e principalmente transmitir informação. Nesse sentido, o computador é visto como uma ferramenta poderosa de armazenamento, representação e transmissão da informação.

Historicamente, os primeiros sistemas computacionais para uso no ensino surgiram ainda na década de 1960 e faziam parte dessa categoria: são os sistemas CAI (Computer Assisted Instruction), inspirados no método da instrução programada. A instrução programada é um método de ensino surgido na década de 50 e consiste na organização do material a ser ensinado em segmentos logicamente encadeados, chamados “módulos”. Os módulos são, então, apresentados ao aprendiz, de forma gradual e seqüencial. Dessa maneira, o estudante pode seguir seu próprio ritmo, retornando a módulos anteriores, quando sente necessidade, ou “espiando” o conteúdo de módulos futuros.

Embora a tecnologia do computador à época fosse bastante promissora, no sentido de automatizar o método da instrução programada, tais sistemas não alcançaram o sucesso prometido. O material instrucional a ser transmitido era selecionado, organizado, armazenado e apresentado ao estudante de forma bastante rígida. Geralmente, ao final de cada apresentação, o estudante era submetido a perguntas cujas respostas, caso não correspondessem ao especificado no programa, o impediam de continuar. Nesse caso, o aluno era solicitado a repetir partes anteriores na seqüência do material, até que conseguisse responder acertadamente às perguntas. Os sistemas CAI representavam, apenas, um novo material para veiculação do conteúdo: o computador em vez do material impresso. Do ponto de vista da interação estudante-sistema, esta era controlada pelo sistema e o estudante era limitado a prosseguir, quando tudo corria bem, ou voltar, às vezes compulsoriamente. Do ponto de vista do sistema, todo usuário era tratado da mesma maneira.

Do ponto de vista tecnológico, os sistemas CAI evoluíram para os sistemas ICAI (Intelligent Computer Assisted Learning), na década de 70, em resposta às limitações dos anteriores. Tais sistemas se propõem a auxiliar o processo de ensino-aprendizagem, utilizando técnicas e métodos da Inteligência Artificial (IA) para representar o conhecimento e para conduzir a interação com o estudante (Santos, 1997). O acréscimo em tais sistemas aconteceu fundamentalmente num maior controle, por parte do sistema computacional, a respeito da forma como acontece o aprendizado durante interação com o sistema. Basicamente, o programa pode tomar decisões sobre o quê ensinar, a quem ensinar e como fazê-lo.

Os sistemas ICAI continuaram sua evolução que aconteceu à medida em que novas tecnologias e novas técnicas de IA foram surgindo. Atualmente, tais sistemas levam o nome de Intelligent Tutoring Systems (ITS) ou Tutores Inteligentes (TI) e muita pesquisa acadêmica e desenvolvimento continuam a acontecer nessa classe de sistemas.

Para entendermos o funcionamento de um Tutor Inteligente, podemos descrever o sistema computacional subjacente em uma estrutura funcional composta dos seguintes módulos: Módulo do Domínio, Módulo Tutorial, Módulo da Interface e Módulo do Modelo do Estudante.

O Módulo do Domínio (MD) representa o conhecimento do especialista no domínio do conhecimento em questão. Contém a parte do conteúdo que será ensinada ao estudante, em geral, na forma de fatos e as regras, se é um domínio declarativo (por exemplo, Ciências) ou outras formas de representação, se o domínio é procedural (por exemplo, linguagens de programação). A função básica do MD é servir como fonte de conhecimento do assunto a ser ensinado e padrão, para que o sistema possa avaliar o desempenho do estudante. Tal módulo é necessário para que o sistema possa propor tarefas e questões a serem realizadas, gerar explicações e respostas para o estudante.

O Módulo do Modelo do Estudante (MME) contém uma representação do estado atual do conhecimento e do desempenho do estudante sobre o que está sendo ensinado. Tais informações, coletadas pelo sistema durante interação do estudante com o TIs, são usadas juntamente com os outros módulos para conduzir o tipo de tarefa a ser apresentada para as necessidades de um determinado estudante. Esse módulo é responsabilizado pela chamada “individualização” do ensino nos TIs. Santos (1997) coloca várias funções para o MME, entre elas a diagnóstica e corretiva, ajudando na identificação e correção de *bugs* (erros) do aluno, e, elaborativa e prognóstica, ajudando o Módulo Tutorial na escolha de estratégias de ensino para o caso de um aluno particular.

O Módulo Tutorial é o responsável por planejar e governar a interação com o aluno. Ele contém um conjunto de estratégias de ensino a serem aplicadas de acordo com informações sobre o aluno (fornecidas pelo Módulo do Modelo do Estudante) e conhecimento armazenado (fornecido pelo Módulo do Domínio). Este módulo deve gerar uma sequência de atividades pedagógicas capaz de apresentar com sucesso determinado tópico ao estudante.

É por meio do Módulo de Interface (MI) que sistema e usuário se comunicam. A função básica do MI é traduzir a representação interna do sistema para uma “linguagem” que seja compreensível e estimulante para o estudante. Santos (1997) cita alguns aspectos desejáveis na interface de Tutores Inteligentes, entre eles: ser fácil de usar, o que significa que ele deve minimizar o número de ações necessárias para que o sistema possa se comunicar com o aluno; apresentar dados em diversos formatos e representações, enriquecendo, portanto, o *feedback* do sistema; ter a habilidade de reconhecer erros involuntários e continuamente monitorar as ações do estudante; e ser interativo, propiciando rapidez de respostas.

Os sistemas Tutores Inteligentes continuam a evoluir e alguns autores os classificam, dependendo do nível de conhecimento embutido. Além de exemplos clássicos desenvolvidos no meio acadêmico, podemos incluir, também, na categoria dos Tutores, sistemas que fornecem auxílio ao usuário, tais como tutores para linguagens de programação, para línguas, manuais *on line* etc.

No software Microsoft Windows 95, O *Início*¹ é um tutorial do tipo passo a passo que dispõe de um módulo iniciante e outro avançado, nos quais o usuário interage com o material obtendo informações sobre o ambiente Windows. Esta linha de material é desenvolvida com o intuito de permitir ao aprendiz fazer o curso no tempo de que dispõe e em seu próprio ritmo. Pode-se saltar para qualquer seção do curso em qualquer momento, como também alternar entre curso iniciante e avançado. Este tutorial permite a interrupção e a repetição de algo que esteja sendo apresentado, além de permitir ao aprendiz, retornar ao material para renovar seus conhecimentos sempre que achar necessário.

Um outro exemplo é o programa interativo para o aprendizado de idiomas – *The English Teacher 2.0 para Windows*. Esse software é um tutorial voltado para aumentar e intensificar o contato do aluno com outro idioma. Tem como objetivo ensinar vocabulário, pronúncia e gramática da língua inglesa para pessoas que falam português. É basicamente um gerenciador de vocabulário com algumas possibilidades de repetição e controle do usuário, apresentando exercícios do tipo lacunas e testes de averiguação ortográfica de vocabulário. A apresentação de palavras e gramática do idioma inglês é dividido em 3 níveis: básico, intermediário e avançado. Os vocabulários são agrupados por categorias (adjetivos, advérbios, animais, 50 palavras mais usadas, casos especiais) e utilizados em frases exemplos.

Neste aplicativo o aluno pode acionar jogos, fazer lições e testes que se restringem à grafia de uma dada palavra ausente numa frase ou à ordenação de uma frase embaralhada. O aluno tem a opção de escolher a quantidade de vocabulário que compõe a lição. São utilizados recursos gráficos e de áudio para a apresentação dos vocabulários contidos no programa. A interação com o aplicativo acontece na língua em estudo, em etapas percorridas pelo aluno mediante os acertos de exercícios. O programa reage às escolhas do aluno e realça os erros cometidos pelo mesmo.

Na inicialização do programa, o usuário tem que preencher uma meta de estudo, especificando o número de horas mensais que deseja estudar com o aplicativo. Com base nesta meta, o programa emite uma estimativa com dados relativos

¹ Produto de treinamento da Microsoft Press – copyright © 1997

ao progresso do aluno na categoria de palavras (adjetivos, animais, arte, etc.) estudada e um padrão de estudo ideal para que a aprendizagem seja efetiva (média de 70 horas para aprender 120 palavras). Nas telas referentes ao progresso do estudo, são apresentadas diretrizes para melhoria da aprendizagem, como por exemplo “fazer revisões em intervalos regulares para o armazenamento do conteúdo na memória permanente”

The English Teacher “ensina”, por meio de pequenos blocos de palavras, sendo que cada palavra é revisada em intervalos amplos, visando assegurar a retenção na memória permanente do aprendiz. Para atingir este objetivo, o ensino é feito em duas fases. A primeira fase permite que o aluno se familiarize com palavras e expressões novas e a segunda, visa reforçar a aprendizagem. É obrigatório terminar o estudo da primeira fase antes de entrar na segunda. O aluno tem que atingir um determinado número de pontos em todas as palavras da primeira fase, antes de passar para a segunda fase.

Na primeira fase, o aluno estuda uma lição e faz um teste sobre o assunto estudado. Cada lição está restrita à categoria e ao número de palavras determinadas por ele. Tanto na lição, quanto no teste, o programa mostra a palavra em português e um exemplo de uso em uma frase em inglês. A ação do usuário se restringe a digitar a palavra correspondente em inglês, conforme ilustra a Figura 1.



Figura 1
Tela de preenchimento de vocabulário

O programa registra os pontos ganhos ou perdidos com cada palavra digitada pelo aluno, sendo que toda palavra com menos de oito pontos é repetida na lição seguinte. O aluno tem três tentativas para acertar cada letra que compõe a palavra. Na primeira tentativa, é mostrada a palavra com sua pronúncia figurada e seu caso gramatical (verbo, substantivo, etc.). Na segunda tentativa, é mostrado na tela um exemplo do uso da palavra e na terceira, algumas letras da palavra.

Nas tentativas de preencher uma lacuna com a escrita correta de uma determinada palavra, o aluno pode solicitar uma “dica” ou optar pela resposta imediata (duplo risco), quando tiver certeza da resposta correta.

Concluída a lição, preenchimento de lacunas em frases, uma mensagem é enviada ao usuário, informando o resultado obtido (número de pontos positivos e negativos, número de palavras corretas e incorretas e porcentagem de acerto). As palavras escritas incorretamente são repetidas, apresentando-se a escrita correta, a pronúncia e um exemplo em uma frase. Ao final da lição, o usuário tem que fazer um teste para poder passar para a próxima lição.

O aplicativo permite o acesso ao banco de palavras, podendo ser consultado por ordem alfabética ou por categoria de palavras. A opção de consulta ao banco de palavras apresenta um exemplo de uso com a tradução correspondente, conforme ilustra a Figura 2.



Figura 2
Tela referente ao banco de palavras do software

Além das lições e testes, o aplicativo apresenta os jogos *Adivinhe a Palavra Embaralhada* e *Gramática*. O primeiro jogo consiste em ordenar as letras apresentadas de forma a compor a palavra correspondente. O jogo *Gramática*, permite praticar a construção da gramática inglesa. O software mostra uma frase em português escolhida aleatoriamente, bem como as palavras correspondentes em inglês apresentadas de forma desordenada. O jogo consiste em ordenar as palavras em inglês para produzir a tradução correta, conforme ilustra a Figura 3.



Figura 3
Tela Jogo Gramática



Figura 4
Informação sobre o desempenho de estudo de uma dada palavra

Os principais pressupostos do aplicativo quanto ao sucesso do aprendizado de uma língua estrangeira são: a motivação e o tempo de estudo. A aprendizagem depende de que haja um compromisso por parte do aluno, um tempo dedicado ao estudo da língua. O tipo e a progressão de vocabulários são previamente definidos, independentemente do aluno, não sendo considerada a frequência de uso ou a sua importância comunicativa dos vocabulários apresentados para um determinado aluno.

AMBIENTES INTERATIVOS DE APRENDIZAGEM

Diferentemente dos sistemas CAI e TIs apresentados anteriormente, nos Ambientes Interativos de Aprendizado, o aprendizado é entendido como a construção individual do conhecimento a partir de atividades de exploração, investigação e descoberta. Sistemas, nessa classe, são um análogo dos sistemas físicos estudados por cientistas: não ensinam nem instruem, apenas têm um determinado comportamento. É o aprendiz, como cientista, que aprende os princípios, analisando o comportamento do sistema em experimentação (Thompson, 1987).

Sistemas que implementam a aprendizagem construcionista são estrutural e conceitualmente diferentes dos TIs. Por falta de um nome melhor, vamos nos referir a eles como ambientes interativos de aprendizagem (AIA). De modo geral, os princípios que fundamentam um AIA incluem:

Construção e não instrução: estudantes aprendem mais efetivamente construindo seu próprio conhecimento, não sendo ensinados por meio da leitura, nem por meio de uma sequência organizada de exercício-e-prática;

Controle do estudante e não controle do sistema: o estudante tem um controle não exclusivo, mas mais significativo da interação na aprendizagem.

Individualização é determinada pelo estudante e não pelo sistema: AIA concorda com os TIs no sentido de que *feedback* e informação individualizada são chaves na aprendizagem. Entretanto eles diferem no ponto de onde a informação individualizada é originada. Enquanto o tutor é responsável por moldar o *feedback* dentro de um TI, nos AIAs os estudantes geralmente recebem o mesmo *feedback* e informação como função de sua interação com o sistema, esta sim individualizada.

Feedback rico, gerado a partir da interação do estudante com o ambiente de aprendizagem e não pelo sistema: o *feedback* é gerado como função das escolhas e ações do estudante dentro do ambiente de aprendizagem, em vez de um discurso gerado pelo sistema tutor.

Podemos situar como exemplos nessa classe: sistemas de modelagem e simulação, micromundos, o uso de linguagens de programação e sistemas de autoria. Esses sistemas compartilham entre si uma série de características que muitas vezes tornam nebulosos os limites entre suas fronteiras.

Modelagem e simulação

Modelagem é uma técnica bastante comum usada para se estudar o comportamento de muitos fenômenos reais. O processo de se modelar um fenômeno real ou hipotético para se observar/analisar seu comportamento no tempo, consiste de três fases principais:

- a construção de um modelo que represente aspectos relevantes do sistema sendo estudado;
- experimentação e análise do modelo criado;
- comparação do modelo construído com sistemas reais.

Chamamos “simulação” a parte do processo de modelagem que envolve basicamente a fase 2 de execução do modelo e análise dos resultados. Sistemas para simulação existem, entretanto, isoladamente. Tais sistemas têm embutido um modelo do domínio e o usuário experimenta com o fenômeno modelado, alterando os parâmetros de entrada do modelo e observando/analizando os resultados da simulação (Baranauskas & Oliveira, 1995).

Chamamos modelagem computacional a atividade de usar o computador para expressar o modelo de um fenômeno/processo, com o objetivo subsequente de explorar possíveis conseqüências do modelo e reavaliar, a partir do *feedback* da simulação, não apenas o modelo construído, mas o próprio conhecimento sobre o fenômeno/processo alvo. Portanto, a diferença entre o sistema de simulação e o de modelagem está em quem escolhe o fenômeno a estudar e quem desenvolve o seu modelo. No caso da simulação isso é feito *a priori* e fornecido ao usuário. No caso de modelagem, é o usuário quem escolhe o fenômeno, desenvolve o seu modelo e o implementa no computador.

Sistemas computacionais para modelagem podem constituir ambientes de aprendizado poderosos, por envolver o aprendiz no ciclo básico de expressão, avaliação e reflexão sobre o domínio considerado. A exigência do computador para expressão formal de um modelo leva o aprendiz a definir mais precisamente seu conhecimento sobre o assunto. Além disso, a execução do modelo na máquina possibilita uma avaliação que pode levar o aprendiz a questionar o modelo, reavaliar seu conhecimento e expressá-lo novamente, continuando o ciclo de ações, ao estilo construcionista de aprendizagem (Papert, 1986; Valente, 1993).

Considerando um cenário típico de uso de um ambiente de modelagem e simulação, o usuário constrói um modelo do fenômeno/objeto que deseja estudar, utilizando primitivas específicas para representação do modelo, fornecidas em geral por um editor de modelos, presente no ambiente computacional. Construído o modelo, o sistema o executa (simula) e apresenta resultados da simulação, em geral por meio de representações gráficas, animações etc. O usuário observa a simulação e pode então analisar os resultados obtidos e recomençar o ciclo de atividades.

Tem sido encontrada na literatura (Hassel & Webb, 1990; Miller et al, 1993; Millwood & Stevens, 1990; Schecker, 1993) considerável evidência dos benefícios educacionais de ambientes baseados em modelagem. Modelagem tem sido defendida para o desenvolvimento de habilidades em resolução de problemas, tomada de decisão, apresentação e comunicação do entendimento e do conhecimento que o estudante tem em um dado domínio. Hassel e Webb (1990) sugerem que modelagem encoraja os estudantes na clarificação de suas idéias, expressando-as de forma concreta. A proposta de ambientes de modelagem para propósitos educacionais, desloca o foco da atenção para aspectos de interação usuário-sistema que possibilitem ao aprendiz construir, testar e refinar seu modelo, na forma mais concreta possível.

Em sentido mais amplo, modelagem refere-se ao uso de uma linguagem para expressão formal de um modelo que representa certo conhecimento, enquanto que modelo refere-se à representação propriamente dita. Nesse sentido, as linguagens de programação de propósito geral podem ser vistas como ambientes computacionais para modelagem.

*SimCity*² é um jogo de simulação, em que o usuário pode construir e administrar uma cidade. O usuário controla o desenvolvimento de uma cidade, construindo estradas, áreas residenciais, usinas elétricas, hospitais, escola e outros serviços públicos, levando em consideração a verba disponível, os impostos, as necessidades da população e eventuais desastres que podem afetar o desenvolvimento da cidade. O jogo prevê alguns tipos de desastres que ameaçam o desenvolvimento da cidade tais como, acidente nuclear, terremotos, enchentes, incêndios, etc..

Na Figura 5 apresentamos um cenário de uma cidade com rios, pontes, ruas, áreas residenciais, comerciais, industriais e áreas verdes:



Figura 5
Tela do SimCity com parte de uma cidade

No decorrer do jogo ocorre um incêndio na cidade, destruindo uma área verde, conforme ilustra a Figura 6.



Figura 6
Tela do SimCity com o fogo devastando uma área da cidade

Para solucionar o problema, recuperação da área devastada, foram adotadas estratégias de plantio de árvores e construção de uma área comercial. Após a simulação de um período de tempo, houve uma recuperação da área devastada pelo fogo, ilustrada na Figura 7, e um aumento da população na referida área. Na simulação do desenvolvimento da cidade, ao longo de um período, levou-se em consideração algumas variáveis que podem interferir neste processo tais como: baixo índice de poluição e a disponibilidade de empregos e serviços gerada pela área comercial e industrial instalada nesta região.

² SimCity 2000 – MAXIS – The Ultimate City Simulator Software copyright © 1993 Sim-Business



Figura 7
Tela do SimCity com recuperação da área devastada pelo fogo

O uso deste software de simulação, no contexto educacional, permite a criação de situações onde alunos e professores podem discutir e propor soluções viáveis para problemas como poluição, trânsito, preservação do meio ambiente.

Ambientes de programação

Sem dúvida alguma, quando pensamos em usar programação, pensamos no computador como ferramenta computacional. Segundo esta visão, o computador é uma ferramenta que o aprendiz utiliza para desenvolver algo e o aprendizado ocorre pelo fato de estar executando uma tarefa pelo computador (Valente, 1993). Estas tarefas podem ser a elaboração de textos, usando processadores de texto; pesquisa em bancos de dados existentes ou criação de um novo banco de dados; controle de processos em tempo real; produção de música; resolução de um problema via uma linguagem de programação; etc..

Outra característica relevante da visão do computador como ferramenta é o ambiente aberto, ou seja, o aprendiz é livre para propor e resolver qualquer projeto que tenha interesse. Não existe, como nos tutoriais, uma seqüência pré-definida de ações ou problemas a serem resolvidos. Mesmo trabalhando em domínios específicos, como o da geometria da tartaruga, o controle do aprendizado sempre está na mão do aprendiz.

Quando pensamos especificamente em programação, acreditamos que o seu uso tem grande destaque como ferramenta educacional, pois por intermédio da resolução de problemas via uma linguagem de programação, tem-se a descrição do processo utilizado pelo aluno para resolver uma tarefa.

Uma das linguagens de programação mais vastamente utilizada com objetivos educacionais é a linguagem Logo, tendo sido criada em 1968 com esta finalidade. Utilizando a linguagem Logo, a atividade de programar assume o caracter de extensão do pensamento do aluno. O aprendiz elabora suas idéias em uma linguagem familiar, podendo estender a linguagem por meio da construção de procedimentos aos quais ele pode atribuir nomes que lhe sejam significativos. Assim, a seqüência de comandos que o aluno emprega e as construções que ele elabora, podem ser vistos como uma descrição, passível de análise e depuração, do processo que ele utiliza para resolver uma determinada tarefa, constituindo um meio rico para o aprendizado de conceitos e de idéias sobre a resolução de problemas. O processo de aprender torna-se explícito, possibilitando reflexão sobre este processo.

Portanto, o valor educacional da programação de modo geral, está no fato de que um programa representa descrições escritas de um processo de pensamento, o qual pode ser examinado, discutido com outros e depurado. Nesse sentido, a programação pode ser vista como uma janela para a mente (Valente, 1995). No entanto, a maioria das linguagens de programação permitem a produção de programas que passam a ser “janelas sujas”, encrustradas em sintaxes extremamente complexas e com demandas técnicas altamente sofisticadas. O sucesso de Logo em muito se atribui a ela permitir uma janela relativamente limpa.

Além de Logo, outras linguagens de programação foram usadas com objetivos educacionais, como por exemplo o Prolog (para trabalhar domínios de conhecimento declarativo e lógica), o Pascal (nas Universidades, para trabalhar conceitos básicos de linguagens de programação).

Também, como uma ramificação dos ambientes de programação, podemos colocar a robótica pedagógica, isto é, a construção com objetivos educacionais de artefatos concretos, manipuláveis, controlados por programas de computador. Do ponto de vista técnico-industrial, a robótica é definida como o conjunto de conceitos básicos de mecânica, cinemática, automação, hidráulica, informática e inteligência artificial, envolvidos no funcionamento de um robô (Usategui & Leon,

1986). Do ponto de vista educacional, a robótica pedagógica pode ser definida como a utilização da robótica industrial num contexto onde as atividades de construção e controle de dispositivos, usando *kits* de montar e outros materiais, propicia o trabalho conceitual em ambiente de aprendizagem.

O LEGO-Logo é o ambiente que talvez melhor caracterize a robótica pedagógica. Tanto o LEGO, quanto o Logo têm propósitos educacionais bastante semelhantes, na medida em que o aprendizado é baseado no processo de construir e refletir sobre o que é feito e depurar o que é construído. Do ponto de vista pedagógico, ao desenvolver projetos neste ambiente, conceitos de ciências são trabalhados por meio do processo de construir e controlar um dispositivo LEGO.

Outro exemplo é um laboratório de ciências, onde vários tipos de sensores são usados para captar diferentes fenômenos físicos no mundo real e são enviados para representação e tratamento no ambiente de programação. Alguns dos dispositivos que podem ser utilizados no ambiente de robótica pedagógica são a Tartaruga Mecânica, o Traçador Gráfico, o Slot Machine, entre outros.

A Tartaruga Mecânica constitui-se de dois motores de passo e um solenóide montados sobre um carro com o formato de uma pequena tartaruga. Com a Tartaruga Mecânica, a atividade de programação poderá ser a reprodução simultânea, no solo, dos desenhos produzidos pela Tartaruga do Logo. Isto permite desenvolver atividades, integrando o ambiente de robótica com o gráfico.

O Traçador Gráfico (Plotter) constitui-se de dois motores de passo e de um solenóide, montados sobre uma estrutura mecânica baseada em um sistema de correias dentadas ou roldanas e cabos de aço ou nylon. Com o Traçador Gráfico a atividade de programação poderá ter a reprodução simultânea, no papel dos desenhos produzidos pela Tartaruga de tela no ambiente gráfico do Logo. Isto também permite desenvolver atividades integrando o ambiente de robótica com o gráfico.

O Slot Machine constitui-se de um bloco, onde são colocados cartões correspondentes a comandos a serem executados. Do ponto de vista pedagógico, o Slot Machine permite que crianças não alfabetizadas ou pessoas impossibilitadas de utilizar o teclado possam programar. O conjunto de cartões inseridos nos slots representa a seqüência lógica de comandos que o computador executará passo a passo. À medida que cada cartão é lido a Tartaruga de tela e/ou Mecânica se movimentará em função da informação contida no cartão.

No contexto escolar, professores e alunos utilizam essas ferramentas para criar um ambiente de ensino/aprendizagem que permite ao aluno trabalhar com informações captadas no mundo externo, executando determinadas operações, como acender/apagar uma luz, ligar/desligar um motor, para o controle de processos similares aos que ocorrem no mundo real.

Micromundos

O termo “micromundo” tem sido usado de uma variedade de maneiras. Dentro do contexto da pesquisa cognitiva, Squires e McDougall (1986) observam que alguns autores referem-se a micromundos internalizados pelo sujeito que interage com algum objeto ou domínio do conhecimento. Ainda os mesmos autores observam que Papert, dentro de uma perspectiva educacional, descreve a criança construindo seu próprio micromundo, seguro e manipulável, composto de um subconjunto de comandos da Tartaruga do Logo, dentro do micromundo maior da Geometria da Tartaruga. Papert descreve o micromundo como um subconjunto da realidade ou uma realidade construída, cuja estrutura casa com a estrutura cognitiva de maneira a prover um ambiente onde esta pode operar efetivamente (Papert, 1980).

Em termos do tipo de *software*, conotações de poder e sofisticação são associados à idéia de micromundo. A abordagem de Papert para micromundo leva à criação de ambientes estruturados de tal maneira a permitir ao aprendiz experimentar idéias e habilidades intelectuais “poderosas”. Squires define micromundos baseados no computador, como uma conjunção de primitivas claramente especificadas, que possibilitam transformações de estado em objeto(s), cujos atributos são definidos de um conceito fundamental e de construtos de programação.

O exemplo clássico de micromundo, fiel a essas definições, é o micromundo da Geometria da Tartaruga. Os conceitos fundamentais são os relacionados a desenhos gráficos: linha, forma, simetria, cor etc. O objeto é a Tartaruga e seus atributos são os associados à maneira como ela desenha (posição e direção). O aprendiz explora os efeitos de mudar o estado da Tartaruga usando primitivas (ParaDireita, ParaFrente etc.). Os construtos de programação (como por exemplo iteração, recursão etc.) enriquecem a experiência de exploração do ambiente.

Tomando o conceito de “programar” de forma mais ampla, podemos entender os ambientes de modelagem/simulação e muitas aplicações programáveis como micromundos, também.

A linguagem de Programação Logo caracteriza-se por ser uma linguagem computacional de propósito geral, podendo ser utilizada em vários campos do conhecimento. Ela pode ser vista como uma coleção de micromundos: da Tartaruga (ou micromundo gráfico), do processamento de listas, da animação, etc.

O micromundo da Tartaruga é a principal característica do Logo e ela é a maneira pela qual essa linguagem é mais conhecida. A “Tartaruga” é um objeto gráfico capaz de caminhar na tela, deixando seu rastro. O rastro acaba produzindo gráficos na tela.

A parte gráfica da linguagem Logo envolve conceitos sofisticados de geometria, porém os comandos utilizados para comandar a Tartaruga possuem uma sintaxe simples, possibilitando uma fácil assimilação pelo usuário. Assim, com comandos como **pf 20** (para frente 20 passos) e **pd 90** (para direita 90 graus) consegue-se movimentar a Tartaruga para frente 20 passos e girá-la para a direita 90 graus. Continuando a movimentar a Tartaruga na tela, por meio de uma sequência de comandos, consegue-se, por exemplo, desenhar alguns degraus de uma escada, conforme ilustra a Figura 8.

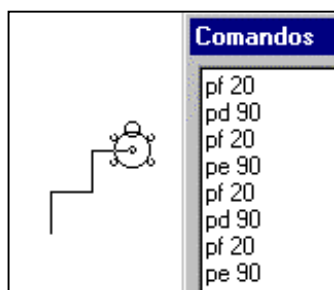


Figura 8

Exemplo de comandos básicos da linguagem de programação Logo

A atividade de comandar a tartaruga na tela do computador implica descrições do usuário em termos de deslocamentos e giros para movimentar tal objeto, de forma a produzir um resultado gráfico qualquer.

Utilizando a linguagem Logo o aprendiz implementa suas idéias, podendo utilizá-las de forma a estender a linguagem, definindo novos procedimentos. A construção de procedimentos na linguagem Logo se dá no modo de edição, janela que permite o armazenamento dos comandos utilizados pelo usuário para a elaboração de algum programa. Para a edição de um procedimento em Logo o usuário atribui um nome ao conjunto de comandos que deseja armazenar. No exemplo a seguir (Figura 9), para ensinar a Tartaruga a desenhar degraus, o usuário registra a sequência de comandos necessárias para obter o resultado gráfico desejado:

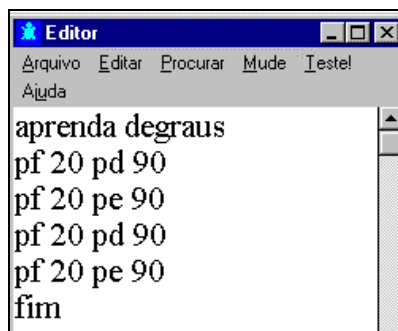


Figura 9

*Tela de Edição de Procedimentos: procedimento **degraus***

Definido o procedimento, pode-se utilizá-lo como parte da definição de outros resultados gráficos que o usuário desejar obter. Assim sendo, repetindo-se duas vezes o procedimento **degraus**, obtém-se uma escada (Figura 10):

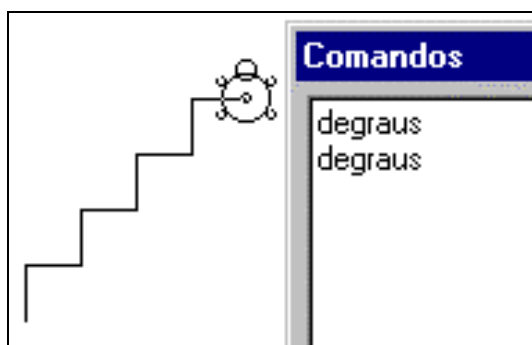


Figura 10

*Tela gráfica e janela de comandos usando o procedimento **degraus***

A partir do procedimento já definido, o desenho zigue-zague pode ser obtido, girando a tartaruga 45 graus para a direita e posteriormente, repetindo duas vezes o procedimento degraus (Figura 11):

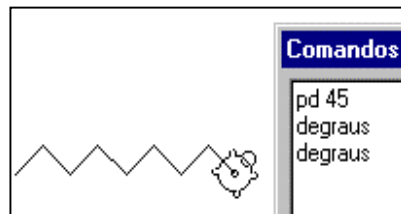


Figura 11

Uso do procedimento **degraus** para obter o zigue-zague

Já o símbolo de uma cruz pode ser obtido, repetindo-se quatro vezes a seguinte sequência de ações: procedimento degraus e o giro de 90 graus para a direita (Figura 12):

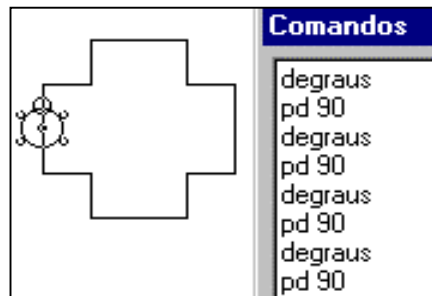


Figura 12

Uso do procedimento **degraus** para obter a cruz

Os novos desenhos gerados (cruz e zigue-zague) podem ser descritos no modo de edição e posteriormente executados no modo direto, compondo um outro desenho (Figura 13):

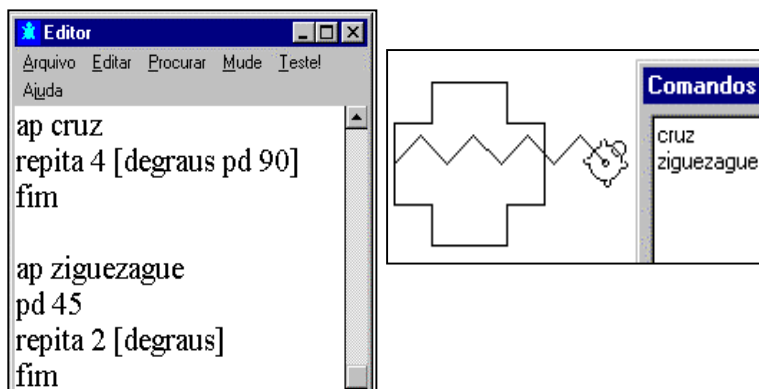


Figura 13

Modo de edição e Modo direto de execução da Linguagem Logo

Na atividade de resolução de problemas, via uma linguagem de programação, tem-se a descrição do processo utilizado pelo usuário para resolver uma dada tarefa. Os traços da tartaruga na tela revelam a atuação do usuário no ambiente e servem de *feedback* para o mesmo, fornecendo indícios que podem levá-lo a reformular as descrições dadas para movimentação da tartaruga.

Sistemas de Aatoria

A forma de apresentação do conhecimento ao longo da historia da civilização, desde o surgimento da escrita, tem sido linear. A estrutura do texto impresso tem sido perpetuada nas outras mídia, inclusive na do computador. Apenas recentemente, novas estruturas (não lineares) na forma de redes de associações surgiram como forma de apresentar informação. Sistemas de hipertexto são sistemas computacionais capazes de criar ligações lógicas entre conceitos relacionados num texto, de forma que a leitura deste pode deixar de ser linear.

Podemos, então, definir os sistemas de hipertexto como sendo uma representação eletrônica de um documento, onde é possível ao usuário fazer uma leitura não apenas sequencial, mas também por meio das relações entre determinados conceitos, figuras etc. (Nunes, 1993). Esse documento é composto não somente de texto, mas também dos novos elementos representáveis na mídia do computador: sons, figuras, imagens animadas etc.. A apresentação da informação se dá, portanto, por fragmentos do documento e suas interligações. Os fragmentos individuais de informação

são chamados “nós” e as interligações “links”. Dessa maneira, é possível passar de um fragmento para outro relacionado por meio de seu “link” e a esse processo chamamos “navegar” pelo hipertexto. As unidades de informação são visualizadas em “janelas” de apresentação e existem vários caminhos diferentes para se fazer a “leitura” desse documento.

Uma vez que a maioria dos sistemas em uso incluem outros tipos de mídia (vídeo, som etc.) alguns autores preferem usar o termo “hipermídia”, para enfatizar os aspectos “multimídia” de seus sistemas³. Deve-se notar que, o fato de um programa ser multimídia, não significa que ele seja um hipertexto. De qualquer maneira, o hipertexto é uma técnica natural para dar suporte a sistemas multimídia uma vez que possibilita interligar nós que podem conter diferentes mídia; tipicamente texto, gráfico, vídeo e som.

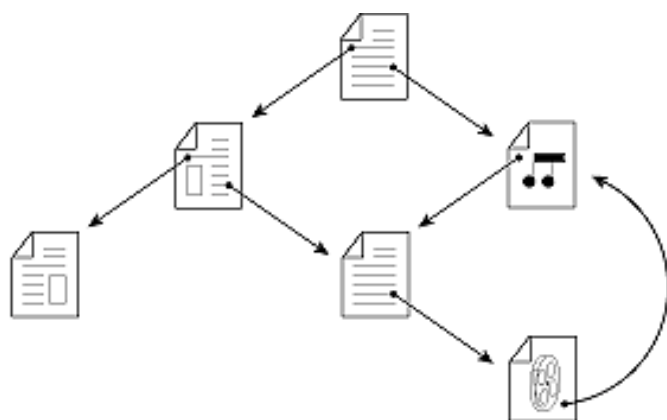
Como pode ser observado no exemplo a seguir, qualquer hipertexto formará uma rede de nós e links, mas na maioria dos sistemas disponíveis comercialmente, essa rede só está presente dentro do computador (na estrutura do software). Em qualquer tempo o usuário vê somente o nó corrente (uma página ou janela de informação) e os *links* que saem desse nó. O usuário é quem deve “imaginar” a estrutura subjacente do hiperdocumento. Segundo alguns autores, um verdadeiro sistema de hipertexto deveria incluir uma representação explícita da estrutura da rede, em sua interface com o usuário (Nielsen, 1995); entretanto, poucos o fazem.

Muitas das aplicações de hipertexto têm um “sabor” educacional. Exemplos disso são manuais *on-line*, versões de ajuda em alguns programas (*help*), dicionários etc.. Mesmo assim, muitos sistemas de hipertexto têm sido construídos especificamente para uso educacional. Tais sistemas são bastante adequados a ambientes interativos de aprendizado, onde o estudante tem liberdade de ação e é encorajado a tomar a iniciativa. Em tais aplicações o usuário busca informação, “navegando” pelos *links* do hiperdocumento, escolhendo partes que mais lhe interessem ou fazem sentido no contexto em questão. Exemplos populares e disponíveis comercialmente de tais aplicações incluem as diversas enciclopédias (Almanaque Abril, Enciclopédia Britânica etc.), livros de histórias e Cds de material sobre autores literários (Machado de Assis), compositores (Beethoven), cinema (Cinemanía), História (História do Brasil), Bíblia etc.

Estamos chamando de “sistemas de autoria” aos sistemas computacionais para autoria de hipertexto; isto é, sistemas que permitem ao usuário não apenas ser o “leitor” de um documento, mas também ser um “escritor”, produzindo documentos de hipertexto (ou hiperdocumentos). Um dos sistemas de autoria mais populares, o HiperCard, surgiu no ambiente dos computadores MacIntosh. Outros exemplos de sistema de autoria incluem o ToolBook e o HiperStudio. Desde seu surgimento, os sistemas de autoria despertaram a atenção para seu uso educacional, principalmente dos desenvolvedores de sistemas computacionais. Entretanto, devemos destacar a flexibilidade e riqueza que eles oferecem como instrumento de aprendizado nas mãos dos próprios estudantes.

O modelo de aprendizagem subjacente ao uso de aplicações de hipertexto é baseado na idéia de que aprender consiste em buscar e reorganizar, continuamente, estruturas de conhecimento representadas por redes associativas de conceitos. A vantagem, segundo Santos (1997), está na habilidade de buscar e integrar representações alternativas da informação, que são importantes no processo de responder a questões, tomar decisões, resolver problemas e, finalmente, compreender a situação que está sendo explorada.

O *Hyperstudio* (Roger Wagner Publishing)⁴ é um sistema de autoria para o ambiente Windows, utilizado para criar hipertextos com objetos do tipo textos, sons, figuras e imagens animadas que são organizados e interligados por intermédio de conexões. Com um sistema de autoria, o usuário gera um documento de páginas interligadas, compostas por objetos diversos.



³ Neste texto usaremos o termo tradicional: hipertexto.

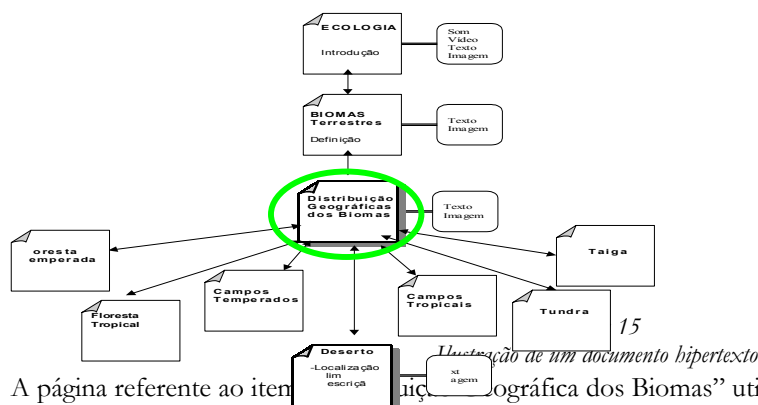
Figura 14
Esquema ilustrativo de um arquivo hipertexto

Em um sistema de autoria, a atividade do usuário consiste em construir um documento, escolhendo os tópicos que deverão integrar o assunto a ser tratado e decidir a maneira como as informações serão apresentadas e relacionadas.

A atividade de produzir um hipertexto em um sistema de autoria, faz com que o usuário alterne entre o modo de escritor e modo de leitor ao longo do processo de gerar, confirmar ou reorganizar a rede associativa de conceitos por ele elaborada. Para ativar estes dois modos, basta o usuário acionar a barra de ferramentas do aplicativo que dispõe de ícones para a edição de objetos ou para a execução da apresentação.

A seleção e inserção de objetos (caixa de texto, botão, som, vídeo, imagem, animação) numa página também é realizada por intermédio da caixa de ferramentas ou de um menu de opções. As ligações entre as páginas do documento podem ser estabelecidas por botões de navegação. Além de botões, que permitem a navegação entre páginas, pode-se definir e ativar áreas sensíveis ao clique do mouse, para o desencadeamento de componentes gráficos, textuais ou sonoros.

Na Figura 15, apresentamos parte de um material gerado por alguns professores em uma oficina de trabalho, utilizando o Hyperstudio⁵. O tema abordado no documento foi Ecologia e o relato deste exemplo enfoca os tipos de vegetação dos continentes. Durante o processo de criação do material foram estabelecidas relações entre determinados tópicos, gerando um documento composto por textos, figuras, sons e animações, conforme ilustra o esquema a seguir:



A página referente ao item “Distribuição Geográfica dos Biomas” utiliza alguns recursos, tais como imagens, botão de navegação, que permitem retroceder à página anterior e botões que dão acesso à itens relacionados ao assunto tratado na página (Figura 16).

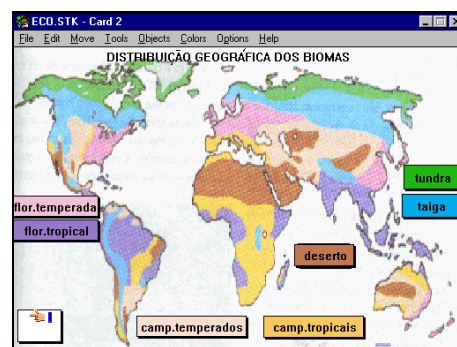


Figura 16
Tela do Hyperstudio referente ao tópico
“Distribuição Geográfica dos Biomas”

Estando no modo de leitor, o usuário pode navegar no documento, acionando, por exemplo, o item “Deserto”. A seleção deste tópico desencadeia o aparecimento da página correspondente ao assunto, bem como os recursos utilizados para tratar a informação: caixas de textos, imagens e botões de navegação (Figura 17).

⁴ HyperStudio - Roger Wagner Publishing, Inc. copyright © 1993-1998

⁵ Esta oficina foi desenvolvida pelo NIED/UNICAMP no Curso de Especialização em Informática Aplicada à Educação Construtivista – Projeto EsPCEx 2000 em 1996.

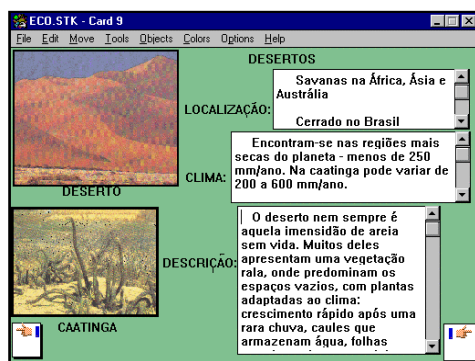


Figura 17
Tela do Hyperstudio referente ao tópico "Deserto"

APRENDIZADO SOCIALMENTE DISTRIBUÍDO

Internet é o nome dado para o conjunto interconectado de redes de computadores no mundo. Essa é usada por pessoas em diferentes partes do mundo, de diferentes culturas, formação, individualmente ou em organizações.

A rede pode ser entendida como uma grande teia formada por computadores interligados por cabos de fibra ótica ou cabo telefônico. Para que essa rede se estabeleça, basta um computador estar ligado a um provedor, universitário ou comercial, via modem. Os provedores também estando interligados entre si, possibilitam que, de um computador possa ser enviada uma mensagem eletrônica (e-mail) para um outro computador ou coletiva para as listas de usuários interessados em um determinado tópico (listas de interesse); ter acesso a banco de dados, com a facilidade de abranger informações em formato multimídia (imagens, sons, vídeos), criados em computadores pessoais ou de instituições; ou criar banco de dados passíveis de serem acessados por outros usuários. Subgrupos de computadores interligados formam redes com objetivos e características próprias. A Internet é uma dessas subredes: a maior e a mais conhecida. No entanto, existem outras redes como a European Academic Research Net (EARN), UseNET e BITNET ou a Rede de Pesquisa Brasileira (RNP); redes comerciais abertas ao público como a Compuserve, America on Line, Minitel etc. Para fins educativos existem várias redes ou subdivisões de redes: K12 (Rede Norte-americana que abrange assuntos de educação desde o pré-primário até o fim do segundo grau), Campus 2000 (Rede Européia de Escolas), KIDLINK (rede internacional de crianças na idade escolar).

Inicialmente projetada para atender objetivos militares dos Estados Unidos, a Internet expandiu-se, atingindo as comunidades acadêmica e de pesquisa. No início dos anos 90, o grande público começou a tomar conhecimento da rede por meio de várias publicações que enfatizavam o seu potencial, ocorrendo assim uma explosão da rede internacionalmente. No Brasil, o acesso era primeiro restrito às universidades e alguns institutos ligados à RNP; desde 1995, provedores comerciais dão acesso ao público em geral.

O poder e potencial da Internet na Educação, não somente para os estudantes, mas em relação à própria formação de professores é enorme. Como a Internet facilita o acesso a toda a produção intelectual disponível na rede, ela é, junto com a facilidade de trabalhar com um grupo de pessoas sem o ônus de reuni-las em um mesmo lugar e na mesma hora, um instrumento perfeito para a atualização de conhecimentos em todos os níveis. Tanto em esforços individuais neste sentido, quanto para atividades organizadas para o mesmo fim.

É possível que, no futuro próximo, todas as escolas tenham uma ligação com a Internet e estejam aptas a usá-la tanto para disseminar, quanto para coletar informação do mundo todo. Será possível, por exemplo, compartilhar material didático, novas idéias, novidades sobre currículos, requisitos de exames etc. com colegas de perto e de longe (Bagott & Nichol, 1997).

A Internet provê diferentes formas de comunicação, com base no tipo de fornecimento, recuperação e troca de informação: conferências, listas de discussão, correio eletrônico, informação eletrônica. Conferências envolvem duas ou mais pessoas em computadores separados por qualquer distância. Os participantes usam seus teclados para fornecer informações que aparecem imediatamente e simultaneamente nas telas dos outros computadores. Inicialmente, o único tipo de dado que podia ser enviado, eram os textos que cada participante criava de seu respectivo teclado. Atualmente, além de textual, informação gráfica e voz podem ser enviados. Videoconferências já são também possíveis; pequenas câmeras montadas sobre o computador possibilitam que sejam transferidos, não somente dados da tela, mas também imagens de vídeo dos participantes, ou algo que eles queiram mostrar.

Pessoas com interesses em comum criam e inscrevem-se em “listas de discussão” de determinado assunto. Os participantes dessa lista recebem e trocam informações sobre o assunto de interesse, mantêm-se atualizados e discutem tópicos de interesse.

Correio eletrônico é talvez a função mais popular da Internet. Por intermédio de ferramenta de software adequada, como por exemplo Eudora, Netscape Mail, as pessoas podem enviar e receber mensagens de outros usuários de qualquer lugar do mundo. Cada usuário da Internet tem um endereço eletrônico (*email*), por meio do qual, pode enviar e receber mensagens. É possível também, juntar a uma mensagem qualquer tipo de dado que possa ser representado digitalmente: documentos gerados por processadores de texto, figuras, programas, arquivos de som etc..

A disponibilidade de acesso à informação é talvez o elemento mais impressionante da Internet. Qualquer pessoa com acesso à Internet pode localizar programas, arquivos de dados e documentos de interesse e fazer o *download*, isto é “baixá-lo” para a sua máquina específica.

Outro tipo de facilidade permite que, usuários da Internet, possam contatar um computador remoto como se eles estivessem diretamente conectados a esse computador, e usar recursos dessa máquina. Um exemplo bastante poderoso desse tipo de função é a consulta a bibliotecas, a partir de acesso remoto às respectivas máquinas.

World Wide Web (WWW) é o nome dado a um sistema de hipertexto usado para “navegação” na Internet. As informações na Internet são ligadas a outras por meio de links em geral representados como textos escritos em azul. Quando o cursor passa sobre eles, se o mouse é clicado, o usuário é conduzido a essa nova informação. “Navegar” na Internet significa, portanto, acessar novas informações do hipertexto subjacente, por intermédio de seus links ou conexões.

Sem dúvida, o uso da Internet, representa o ponto mais avançado da aplicação das novas tecnologias para fins educativos, não apenas no sentido de hardware e software. Ela pode ser vista como um enorme supermercado de informações, onde o que se procura pode ser “puxado” no momento em que se deseja. Isso pode acontecer tanto no nível individual, quanto nas atividades em grupo organizadas para o mesmo fim. Por exemplo:

- O projeto RedeLet iniciado em 1991 é dedicado à integração, a nível nacional, das instituições federais de educação tecnológica, atualização de professores, reciclagem, apoio e intercâmbio com outros países da América do Sul (Santos, 1996).
- O projeto Conexiones da Colômbia (Restrepo, et al. 1996) tem como objetivo geral criar ambientes de aprendizagem baseados em tecnologias de informação e de comunicação que dêem suporte a uma melhoria da qualidade da educação no país.
- A rede K12 oferece interligação entre professores, alunos e outras pessoas interessadas em promover uma comunidade global para educação de alunos com idade entre 5 e 18 anos, de escolas públicas e particulares (Murray, 1993).
- A rede KIDLINK que tem como principal objetivo ajudar jovens entre 10 e 15 anos a construir uma rede global, utilizando a Internet. Para se inscrever, as crianças devem entregar respostas a quatro perguntas: *Quem sou?*, *O que quero ser quando for grande?*, *Como gostaria que o mundo fosse quando eu crescer?* e *O que posso fazer para que isso aconteça?* São perguntas provocativas e que pretendem dar um certo tom de seriedade ao projeto. Os professores podem usar as respostas como um ponto de partida para discussões em classe e muitos as utilizam para ajudar os estudantes a uma melhor autoconsciência do mundo em que vivem. (Lucena, 1997; Presno, 1996).
- O TCA (Teacher's Curriculum Assistant) é o protótipo de um ambiente que fornece suporte de software para professores utilizarem, efetivamente, os recursos da Internet (Stahl, et. al, 1995).
- Capacitação de professores via telemática da Escola do Futuro, USP, é um projeto para preparar professores para gerência de projetos telemáticos (Cortelazzo, 1996).
- Universidade Virtual da Universidade Federal de Santa Catarina, que utiliza tecnologias de videoconferência, teleconferências e comunicação eletrônica como meio de interligação entre as universidades, instituições e empresas na oferta de cursos de graduação, pós-graduação e educação continuada (Barcia et al, 1996).

Além dessas subredes com finalidade específica, identifica-se algumas iniciativas no sentido de formar as denominadas redes de aprendizagem (Axt & Fagundes, 1995; Barros, 1995), que, sob algum aspecto, podem ser vistas como uma forma de prover ensino a distância, utilizando a Internet como meio de comunicação.

Redes de aprendizagem são grupos de pessoas que usam Computer Mediated Communications (CMC) para aprenderem juntas, no tempo, lugar e passo que melhor lhes atende e é apropriado para a tarefa. O objetivo dessas redes de aprendizagem é criar um ambiente de aprendizagem colaborativa, ou seja, um ambiente em que alguma atividade de aprendizagem é realizada, usando interação e cooperação *on line* e com monitoramento por um ou mais instrutores. Os instrutores não fornecem aos estudantes uma fórmula ou instruções passo-a-passo. Dá-se um objetivo e referências para resolvê-lo. O grupo deve decidir como resolver o problema e informar ao instrutor (Harasim, et al., 1995). O CMC permite a comunicação a qualquer hora, participação independente do lugar e assíncrona, oportunidade para comunicação

múltipla e colaboração. A organização e estruturação das idéias expostas simula a reestruturação cognitiva, estimulando novos debates (Harasim, 1990).

Para facilitar o processo de construção de conhecimento dentro das atividades de discussão em grupo na rede, são necessárias ferramentas computacionais que suportem, no mínimo, três processos educacionais:

- geração de idéias – articulação de pensamentos sobre um determinado assunto;
- ligação de idéias – identificar associação entre as idéias, conectando novas informações;
- estruturação de idéias – organização das idéias em alguma estrutura, facilitando a sua utilização para a resolução de um problema ou tomada de decisão;

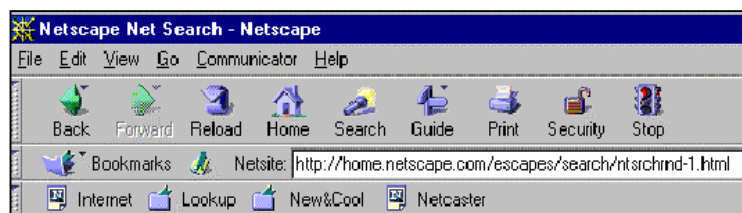
Sistemas de hipertexto/hipermídia suportam a geração de idéias, mas ainda não oferecem ferramentas para a estruturação das mesmas. Estes sistemas permitem ligar idéias, mas não ajudam na decisão de quais idéias deveriam ser ligadas e como (Harasim, 1990). A adequação de ferramentas como o correio eletrônico, listas de discussão e sistemas de quadro de avisos de modo a atender esses princípios vem sendo tema de diversos desenvolvimentos ainda no nível de pesquisa.

Em suma, a Internet, atualmente, é tida e vastamente utilizada como um enorme supermercado de informações, onde o que se procura pode ser “puxado” no momento em que se deseja. Como em qualquer uso novo de tecnologia em educação, a primeira tendência, que já está presente, é a veiculação de sistemas e metodologias já existentes (TIs, AIAs) nas redes.

A Internet utiliza o sistema WWW (Word Wide Web) que permite o estabelecimento de "links" entre documentos, compondo uma “teia” de informações, que podem ser acessadas independentemente de sua localização física. Essa teia permite ao usuário saltar ou navegar de um "link" de uma página para outras páginas na teia. Cada documento da web, conjunto de páginas, é chamado “site”. Cada página de um "site" possui um endereço exclusivo denominado Universal Resource Locator (URL).

O acesso às informações contidas na web é possível por meio de software conhecidos como “navegadores” (Netscape⁶ ou Explorer). A barra de ferramentas de um navegador contém controles para navegar e para gerenciar as informações disponíveis na web. O endereço da informação que se deseja acessar deverá ser especificado na barra de ferramentas, como mostra a figura 18.

Figura 18
Tela do Netscape com endereço da Web



Para se procurar uma determinada informação na Internet pode-se utilizar “catálogos de buscas”. Há uma diversidade de catálogos na Internet e os navegadores disponibilizam, em suas páginas, acesso aos endereços dos catálogos mais utilizados (Figura 19). Alguns desses catálogos memorizam somente o nome, endereço, palavras-chave de acesso, além de uma descrição resumida da homepage, enquanto outros mantêm cópia dos textos das homepages, permitindo assim pesquisas, inclusive pelo conteúdo.



Figura 19

⁶ Netscape Communications Corporation Copyright © 1994-1996

Tela do Netscape com relação de catálogos de busca da Web

A forma de consulta pode ser por pesquisa de palavras-chave e/ou por intermédio da navegação em menus ordenados por categorias.

Alguns catálogos de homepages são genéricos, procurando catalogar tudo, enquanto outros são especializados, tratando de temas específicos. Normalmente as páginas são catalogadas manualmente, por meio de um formulário próprio, preenchido pelo autor da homepage. Mas há catálogos que possuem programas que vasculham a rede à procura de novas homepages, ou mesmo verificando as que foram atualizadas ou não mais existem. Cada catálogo possui mecanismo de busca (search engine) próprio, que interage com o banco de dados onde estão cadastradas as informações.

Um desses catálogos, o AltaVista, possui dois níveis de consulta: *simple query* e *advanced query*. Na consulta do tipo *simple query* há um campo onde informam-se as palavras-chave que servirão de base para a consulta. Na consulta do tipo *advanced query* é possível montar consultas complexas, usando operadores booleanos. Para procurarmos, por exemplo, onde se encontra informações sobre um “software de simulação para dissecar sapos” por meio do AltaVista, devemos digitar no campo de busca algumas palavras-chave: sapo + dissecar, conforme ilustra a Figura 20.

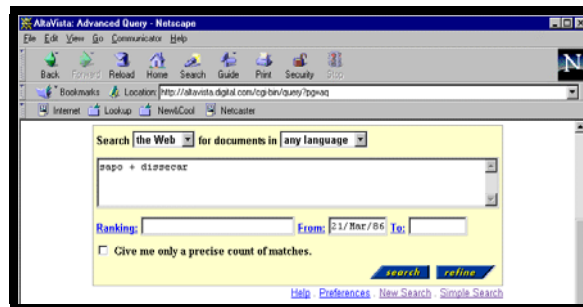


Figura 20

Tela do AltaVista com palavras-chaves para busca na Web

A busca resulta numa lista com os sites (neste caso 8 documentos) que contêm as duas palavras especificadas (Figura 21). Além do nome do site, o catálogo de busca apresenta uma breve descrição do conteúdo e o endereço de acesso do mesmo. Caso a lista de opções seja muito extensa, pode-se refinar a busca acrescentando mais palavras-chaves, chegando-se assim mais rapidamente a informação desejada.

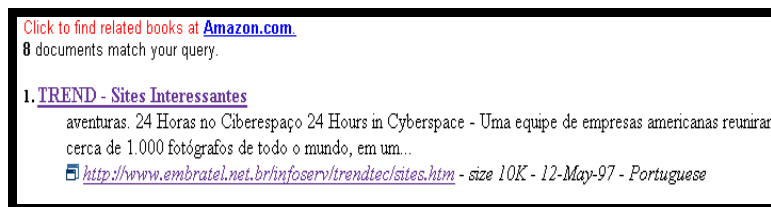


Figura 21

Tela com resultado da busca realizada com o AltaVista

A partir da lista de endereços pode-se navegar nos mesmos, consultando seus conteúdos, bastando para isso acionar os links disponíveis em cada página (Figura 22).

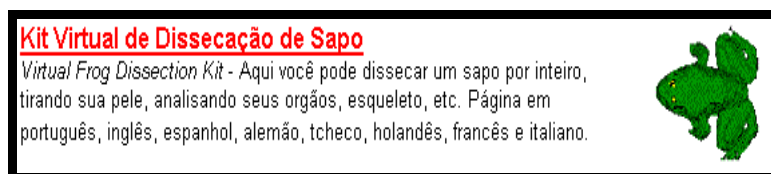




Figura 22

Site relacionado à temática: dissecação de sapos

Caso algum dos endereços obtidos no catálogo de busca seja relevante, o usuário deverá acessar o site para explorá-lo ou então armazená-lo no caderno de endereços (*bookmark*) do navegador para consultá-lo posteriormente.

DISCUSSÃO

A tecnologia computacional tem mudado a prática de quase todas as atividades, das científicas, às de negócio, às empresariais e o conteúdo e práticas educacionais começam a seguir essa tendência de mudança. Nas atividades econômicas é evidente que as tecnologias de informação têm levado a melhoras significativas na produtividade, automatizando atividades rotineiras. Similarmente pode parecer que se colocarmos as habilidades cognitivas básicas dos professores nos computadores, poderemos delegar alguma parte do ensino às máquinas e dessa forma, melhorar os resultados da educação. Mas sem dúvida alguma, essa analogia em muito simplifica a realidade.

Como vimos, os Tutores Inteligentes (TIs), de alguma forma, são congruentes com as atuais práticas de sala de aula, em pelo menos dois sentidos. Primeiro, eles geralmente tratam de objetivos ou resultados educacionais dos currículos tradicionais. Segundo, adotam um método popular de ensino e aprendizagem. A maioria das salas de aula ainda combinam leitura/exposição com exercício-e-prática. Como consequência, professores têm pouco problema em encontrar um papel para os TIs em seus cursos. Eles geralmente podem ser “plugados” ao currículo existente com mudanças mínimas nos planos de curso; por exemplo, eles frequentemente substituem o lápis-e-papel nos exercícios comuns de sala de aula ou nas atividades extra-classe.

O problema fundamental da abordagem pedagógica de TIs é que, em geral, eles são restritos a um único método de ensino e aprendizagem, enquanto que tutores humanos competentes adotam diferentes métodos. Mesmo sendo altamente individualizados, eles ainda estão limitados ao estilo de interação de exercício-e-prática. De forma mais geral, eles não têm a flexibilidade de tutores humanos em adotar diferentes métodos de ensino quando apropriado e de permitir que estudantes usem diferentes estilos de aprendizagem. Em contraste, tutores humanos competentes mudam métodos, dependendo das necessidades dos estudantes e de outros fatores contextuais. Podem começar com uma aula expositiva e, então, mudar para exercício-e-prática e, finalmente, mudar para investigação ou pesquisa atividades, estas centradas no estudante.

Por outro lado, os Ambientes Interativos de Aprendizagem (AIAs) apresentam seus próprios desafios. Se são dadas aos estudantes ferramentas poderosas que amplificam sua habilidade de descobrir idéias interessantes, o que os previne de usar esse poder em um vasto oceano de idéias desinteressantes? Como eles sabem qual o tipo de conhecimento devem construir? Como se pode avaliar tais construções?

Temos também a Internet, cujo uso, sem dúvida alguma, representa o ponto mais avançado da aplicação das novas tecnologias para fins educacionais, não apenas no sentido de *hardware* e *software*. Meios facilitadores para que os professores e alunos tenham acesso a material atualizado de sua área, são especialmente importantes, quando eles estão longe dos grandes centros. Além disso, facilita-se a troca de idéias e discussões entre colegas e especialistas. Mas, apesar de todo este potencial, a Internet, tem tido uma participação tímida como ferramenta educacional. Atualmente encontram-se na rede cerca de 1000 escolas no mundo inteiro. Explorar a Internet é uma coisa, mas como utilizá-la de maneira significativa? O que se tem observado é que, após a excitação inicial de “ir para fora”, muitos professores e alunos ficam com a sensação de estarem perdidos, sem saber onde e como buscar elementos de interesse e muito menos como trazer isso para seu contexto na escola.

É fato que um dos grandes perigos que se corre com o uso de novas tecnologias na educação é cair no erro de propagar modelos didáticos da “idade da pedra”, com a ajuda da tecnologia da “idade do espaço”. Na primeira onda de utilizar o computador para fins educativos, nos anos 80, muitas vezes tratava-se o computador de fato como “*as one-way system, a purveyor of information, a drillmaster, or tutor which spent more time telling students what they should know than it did encouraging them to discover things by themselves*” (Underwood, 1989, p.72). Mais uma vez confirma-se uma das teses do clássico da mídia, Marshall McLuhan, de que uma mídia nova, de início, apenas veicula os mesmos conteúdos anteriores (McLuhan, 1964, p.16), sem nem questioná-los ou desenvolver novas formas mais adequadas. Depois de uma fase inicial, de jogar apenas toda a produção mundial impressa dentro da rede mundial de dados, hoje devido a World Wide Web e seus recursos multimídia, a Internet começa a sua própria linguagem e, com as facilidades de conexão entre elementos e meios normalmente separados, acrescenta formas inéditas de trabalhar e apresentar conteúdos. Basta que o meio educacional se aproprie adequadamente desse poderoso recurso, preparando adequadamente os professores e desenvolvendo software que facilitem o uso educacional da rede.

Retornando-se às diversas classes de software com seus paradigmas educacionais subjacentes, é importante ressaltar que, ao mesmo tempo em que não se pode falar de computadores na educação como se eles funcionassem independentemente de software, também não se pode falar apenas de software. O óbvio de que todos os software podem ser usados de mais de uma maneira esconde, muitas vezes, o fato de que cada uma delas, mais do que os próprios software, está apoiada sobre pressupostos epistemológicos. Os software, uma vez criados com finalidades pedagógicas ou não, para jornalistas, médicos ou físicos, estão aí disponíveis para a educação, como estão os quadros-negros, os retroprojetores, os livros, os barbantes etc. Sendo assim os pressupostos epistemológicos dos professores, na escolha dos software que serão utilizados e como o serão, ultrapassa, em importância, qualquer pressuposto ou objetivo de quem o construiu (Petry, 1997). Mais do que discutir qual o software ideal, devemos indagar o que se considera como aprendizagem, que condições a favorecem e como se pode criá-las. A partir daí, sim, pensar quais software podem ser usados e em quais condições, passa a ser mais uma situação na qual pode-se repensar práticas pedagógicas e conceitos sobre aprendizagem.

Finalmente, vale ressaltar que não basta repensar aprendizagem, educação, computadores e software, é necessário também saber o que se pretende com informática na educação. Muitas vezes, na ausência de objetivos mais claros, o que pode acabar acontecendo é um trabalho com o software pelo software, ou com computador pelo computador. Apesar de se estar buscando algo mais do que aprender sobre o programa ou linguagem de programação ou sobre computadores que se está usando, eles podem se tornar o único objeto de discussão entre o professor e o aluno. Aliás, esta é uma das peculiaridades da Informática na Educação. Software podem ser suficientemente complexos ou máquinas suficientemente fascinantes para que aulas inteiras girem em torno deles; o que dificilmente aconteceria com retroprojetores, canetas ou cadernos (Petry, Fagundes & Jacques, 1994).

Em resumo, embora os usos iniciais do computador na Educação enfatizassem o uso da tecnologia como uma alternativa para a prática de transferir informação ao aluno (instrucionismo), as aplicações mais recentes têm enfatizado o uso do computador como uma ferramenta educacional que requer dos estudantes muito mais envolvimento (é o caso de simulação, modelagem, programação). Novas tecnologias têm sido “acopladas” ao computador propriamente dito amplificando seu poder de constituir ambientes de aprendizado. O exemplo mais importante é o uso do modem para acesso, por meio de linha telefônica, à rede mundial de computadores. Essa nova tecnologia, mais do que “amplificar” tem o potencial de transformar as relações entre os vários protagonistas da cena educacional: aluno, professor, instituição, país, etc..

Isso significa que, para o professor também, muito mais envolvimento e formação são necessários para que ele possa avaliar e usar em sua sala de aula, as novas aplicações computacionais. É fundamental que os educadores estejam conscientes das promessas e possibilidades da tecnologia do computador, para assegurarem uma escolha de qualidade à sua prática educacional.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Axt, M. & Fagundes, L. (1995). EAD – Curso de Especialização via Internet: Buscando Indicadores de Qualidade. *Anais do VII Congresso Internacional Logo, I Congresso de Informática Educativa do Mercosul*. Porto Alegre, pp. 120- 31.
- Baggot, L. & Nichol, J. (1997). Telematics in Education: The role of the new communication and information technologies with reference to Biology Education. *Proceedings of PEG '97*, Sozopol, Bulgária.
- Baranauskas, M.C.C. & Oliveira, O.L. (1995). Domain-oriented modelling: a balance between simulation and programming. Em J.D.Tinsley and T.J.VanWeert(eds.) *World Conference on Computers in Education*. Chapman&Hall pp. 119-126.

- Barcia, R.M., Vianney, J., Cruz, D.M., Bolzn, R. & Rodrigues, R.S. (1996). Universidade Virtual: a experiência da UFSC em programas de requalificação, capacitação, treinamento e formação a distância de mão-de-obra no cenário da economia globalizada. *Em Aberto* ano 16, nº 20, abr./jun. pp.141-146.
- Barros, L. A. (1995). As Redes de Computadores e o Aperfeiçoamento da Qualidade do Ensino e da Aprendizagem nos Cursos de Graduação. *Anais do VII Congresso Internacional Logo, I Congresso de Informática Educativa do Mercosul*, Lisboa, pp. 73-81.
- Cortelazzo, I.B.C. (1996). A Escola do Futuro e a capacitação de professores em projetos telemáticos. *Em Aberto* ano 16, nº 20, abr./jun. pp.112-115.
- Cumming, G. & Self, J. (1990). Intelligent educational systems: identifying and decoupling the conversational levels. *Instructional Science* 19: pp. 11-27.
- Hassel, D.J. & Webb, M.E. (1990). Modus: The Integrated Modelling System. *Computers and Education*, 15(1-3): pp. 265-270.
- Harasim, L.M. (1990). Online Education: An Environment for Collaboration and Intellectual Amplification . Em Linda M. Harasim (ed), *Online Education: Perspectives on a New Environment*, cap. 3, pg. 39-64, New York: Praeger.
- Harasim, L.M., Hiltz, S.R., Teles, L. & Turoff, M. (1995). *Learning Networks: A Field Guide to Teaching and Learning Online*. Cambridge: MIT Press.
- Lucena, M. (1997). *Um Modelo de Escola Aberta na Internet: Kidlink no Brasil*. Rio de Janeiro: Brasport.
- McLuhan, M. (1964). *Understanding Media: The extensions of man*. New York: McGraw-Hill.
- Miller, R., Ogborn, J., Briggs, J., Brough, D., Bliss, J., mBoohan, R., Mellar, H. & Brosnan, T. (1993). Educational Tools for Computational Modelling. *Computers and Education*, 21(3): pp. 205-261.
- Millwood, R. & Stevens, M. (1990). What is the Modelling Curriculum? *Computers and Education*, 15 (1-3): pp. 249-254.
- Murray, J (1993). K12 network: global education through telecommunications. *Communications of the ACM*, 36(8): pp. 36-41.
- Nielsen, J. (1995) *Multimedia and Hypertext: the Internet and Beyond*. Boston: Academic Press.
- Nunes, M.G.V. (1993). Sistemas Tutores Inteligentes. *Relatório Técnico*. Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos, USP.
- Papert, S. (1986). Constructionism: A New Opportunity for Elementary Science Education. A proposal to the National Science Foundation, Massachusetts Institute of Technology, Media Laboratory, Epistemology and Learning Group, Cambridge, Massachusetts.
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: Children, Computers and Powerful Ideas*. New York: Basic Books. Traduzido para o Português em 1985, como *Logo: Computadores e Educação*. São Paulo: Editora Brasiliense.
- Petry, P. P. (1997). Por que odeiam a tartaruga? <http://lec.psico.ufrgs/~ppetry/logo9.html>.
- Petry, P.P., Fagundes, L. & Jacques, T.G. (1994). Macro e micro-análise das intervenções do facilitador: princípio e resultados de uma metodologia. Em Fagundes, L. (org) *Informática na Escola-pesquisas e experiências*. Brasília, DF: Ministério da Educação e do Desporto, Programa Nacional de Informática Educativa, pp. 166-173.
- Presno, O. (1996) KIDLINK- Red Global de Jovenes de 10-15 Años. *Anais do III Congresso Ibero-Americano de Informática Educativa*. Barranquilla, Colômbia.
- Restrepo, C.M.Z., Venegas, M.R.A., Soto, S.M.S. & Vargas, J.T. (1996). Ambientes de Aprendizagem para el Tercer Milenio. *Anais do III Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. Barranquilla, Colômbia.
- Santos, G.H.R. (1997). Sistemas Hipermídia para o Ensino: Estendendo as Facilidades para o Tutor e o Estudante. *Dissertação de Mestrado*, Instituto de Ciências Matemáticas de São Carlos, USP.
- Santos, G. L. (1996). O Uso da teleinformática na Atualização Científica e Tecnológica de Professores da Rede federal de Ensino Técnico no Brasil: a participação de todos na formação continuada de cada um. *Actas do III Congresso Iberoamericano de Informática Educativa*. Barranquilla, Colômbia.
- Schecker, H. (1993). Learning Physics by Making Models. *Physics Education*, 28: pp. 102-106.
- Squires, D. & McDougall, A. (1986). Computer-based microworlds – a definition to aid design. *Computers in Education*, vol.10 n. 3, pp. 375-378.
- Stahl, G., Sumnert, Owen, R. (1995). Share globally, adapt locally: software assistance to locate and tailor curriculum posted to the Internet. *Computer and Education*. 24(3): pp. 237-246.
- Thompson, P.W. (1987). Mathematical microworlds and intelligent computer-assisted instruction. Em G. Kearsley (ed.) *Artificial Intelligence and Instruction Applications and Methods*. Massachusetts: Addison Wesley.
- Underwood, J. (1989). On the edge: Intelligent CALL in the 1990s. *Computers and the Humanities*, 23, pp. 71-84.
- Usategui, J.M.A. & Leon, J.N.S. (1986). *Guia Fácil de Robótica*, Madrid: Paraninfo.
- Valente, J. A. (1995). Logo as Window into the Mind. *Logo Update*, vol. 4, n. 1, pp. 1-4.
- Valente, J.A. (1993). *Computadores e Conhecimento: Repensando a Educação*. Campinas: NIED-UNICAMP.