

MODELAGEM E IMPLEMENTAÇÃO DE AMBIENTES VIRTUAIS DE APRENDIZAGEM EM CIÊNCIAS

Marcelo L. Eichler e José Claudio Del Pino

Área de Educação Química, Instituto de Química, UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 9500 - Campus do Vale - Porto Alegre/RS/BRASIL
Fone (051)316-6270 - FAX (051)319-1499 - e-mail: aeqiq@if.ufrgs.br

Resumo

Nesta comunicação serão abordadas algumas concepções sobre a utilização do computador para o de química em nível médio. Defende-se um ensino que utilize metodologias ativas para o estudo de conteúdos centrados no cotidiano do aluno como, por exemplo, temas de meio ambiente e de produção de energia elétrica. O computador insere-se nesta proposta através de técnicas de simulação e resolução de problemas.

Introdução

A Área de Educação Química do Instituto de Química (AEQ/IQ) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS) desde sua criação, em 1989, vem desenvolvendo atividades de Ensino, Pesquisa e Extensão, no sentido de promover a melhoria da qualidade do ensino de Química nas escolas de ensino fundamental e médio.

Visando contribuir com uma alternativa para a solução de problemas do ensino de Química¹ a AEQ/IQ tem desencadeado ações que buscam reestruturar as bases curriculares e metodológicas deste ensino. Para auxiliar a operacionalização de nossas propostas desenvolvemos materiais instrucionais que permitem a abordagem dos conteúdos fundamentais em Química, relacionando-os com aqueles de outras ciências e com o cotidiano do aluno, utilizando para tal fim metodologias científicas. Os materiais instrucionais produzidos tem sido, em sua maioria, edições escritas na forma de livros. Somente a cerca de dois anos iniciamos trabalhos no sentido de propor alternativas aos materiais educativos computacionais disponíveis no mercado e utilizados pelas escolas.

Os trabalhos e as atividades de pesquisa nesta área tiveram sua significância aumentada a partir da decisão do Ministério da Educação do Brasil de lançar o Programa Nacional de Informática na Educação (Proinfo) que visa introduzir a tecnologia da informática na rede pública de ensino fundamental e médio. Em sua primeira etapa, durante o biênio 97/98, é previsto a distribuição de 100 mil computadores a escolas dos 26 estados brasileiros.²

¹ Uma reportagem do jornal Zero Hora, em seu Caderno Vida, publicado em 05/01/92, à época de uma mostra estadual de feiras de ciência, traz uma interpretação de que: "*O ensino de ciências, na maioria das escolas de 1º e 2º Graus, ainda está próximo de uma tortura, na medida em que se limita a obrigar os alunos a decorarem textos, fórmulas e extensas listas de nomes complicados. Este conteúdo, quase sempre, nada tem a ver com a realidade deles*".

² Conforme jornal Correio do Povo de 11/04/97.

Ao mesmo dia do anúncio do Ministério da Educação, a maior escola de treinamento de informática do país (que patrocina equipes esportivas e possui lojas conveniadas e franqueadas em quase todos os estados brasileiros) também lançou um projeto para a entrada do computador na escola. Que tem como objetivo “...levar às escolas as soluções para a utilização da informática como suporte didático e educacional...pois existe hoje uma grande dificuldade nas escolas para o aproveitamento da informática” e propõe “... possibilitar todas as informações, sugestões, equipamentos e programas que possam reduzir a diferença que existe entre a escola e a casa ou o local de trabalho, em termos de informatização.”³

Estes diferentes projetos enfatizam a necessidade da discussão dos aspectos metodológicos, técnicos e de conteúdo da utilização do computador na escola. Pois uma vez que esta não é o local destinado ao treinamento de mão-de-obra *pseudo-especializada* nas tecnologias da informática.

Aspectos Metodológicos

Uma das causas do fracasso do ensino de Química se vincula a metodologia de trabalho em sala de aula, que é inadequada para que o aluno atinja um desenvolvimento intelectual suficiente para proporcionar a aprendizagem de conteúdos/conhecimento na área de Química.

Entendemos que a melhoria da qualidade do ensino de Química passa pela definição de uma metodologia de ensino que privilegie a experimentação como *uma* das formas de aquisição de dados da realidade, oportunizando ao aprendiz uma reflexão crítica do mundo e um desenvolvimento cognitivo, através de seu envolvimento de forma ativa, criadora e construtiva com os conteúdos abordados em sala de aula.

Um dos entraves a utilização de uma metodologia de ensino com as características citadas acima é o material didático disponível no mercado editorial, cuja temática está desvinculada do cotidiano do aluno e a abordagem de tais temas não contribui para o desenvolvimento intelectual do aluno.

Buscando contribuir na solução destes problema, produzimos materiais instrucionais cuja abordagem privilegia o desenvolvimento do raciocínio, pela utilização de metodologias ativas⁴, que permitem o desenvolvimento de atividades que levem o aluno a (re)construir o conhecimento por ações planejadas com crescente dificuldade. Assim as atividades são centradas no caminho do conhecimento real/concreto para o conhecimento abstrato. As ações, fundamentalmente, consistem de práticas que levam em conta operações de pensamento⁵ que no seu conjunto conduzem à (re)descoberta do conhecimento. Também são utilizados exercícios, muitas vezes de forma interdisciplinar, onde o aluno por ele mesmo (re)descobre novas relações e as possíveis inserções em seu universo.

Assim como nos materiais instrucionais produzidos pela AEQ/IQ, que possuem uma abordagem teórica e metodológica que os orientam e conduzem, os materiais educativos

³ *idem*

⁴ Metodologias derivadas da concepção construtivista do conhecimento, que propõe adequação dos conteúdos desenvolvidos ao estágio de desenvolvimento cognitivo dos alunos e sua apresentação no sentido de privilegiar, num primeiro momento, as operações de pensamento baseadas no concreto. Estas darão suporte, gradativamente, às operações de pensamento características do estágio formal.

⁵ Operações de pensamento ou estratégias de ação, devem ser encaradas pelo professor como formas operacionais destinadas a desenvolver em cada uma delas, atividades mentais superiores, as quais, no conjunto constituem a aprendizagem significativa, pois são construídas para a vida pelo próprio sujeito do desenvolvimento. São operações de pensamento: observação, comparação, classificação, interpretação, formulação de hipóteses e planejamento de projetos.

computacionais também refletem o entendimento que seus idealizadores e/ou programadores tem de educação e de conhecimento, bem como as metodologias a serem utilizadas nas relações de ensino-aprendizagem. Mesmo que este entendimento não seja tácito, explícito ou consciente.

Na Tabela 1 consta um resumo de um trabalho feito por Giraffa, que tem por finalidade fornecer pressupostos teóricos e metodológicos para a confecção de softwares ou sistemas educativos.

Tabela 1: Teorias de ensino-aprendizagem

ABORDAGEM	CONHECIMENTO	EDUCAÇÃO	ENSINO-APRENDIZAGEM	METODOLOGIAS
Comportamentalista	Consiste na forma de se ordenar as experiências e o universo, colocando-os em códigos simbólicos.	Ligada à transmissão cultural. Os centros decisórios se encontram, em sua maioria, fora de cada situação particular de ensino-aprendizagem.	Uma mudança quase permanente em tendência comportamental e/ou na vida mental do indivíduo, resultantes de uma prática reforçada.	Aula expositiva; demonstrações do professor à classe; aplicação da tecnologia educacional; módulos instrucionais.
Humanista	A experiência pessoal e subjetiva é o fundamento para a construção do conhecimento durante a vida do indivíduo.	A Educação assume o significado amplo do homem, não apenas da pessoa em situação escolar.	Ensino centrado na pessoa; primado no sujeito, no aluno.	Estratégias e técnicas de ensino tem importância secundária. Desenvolvimento da pessoa com liberdade para aprender.
Cognitivista	Construção contínua caracterizada por formação de novas estruturas mentais que não existiam no indivíduo anteriormente.	A aluno aprende por si próprio a conquistar as verdades, informações, modelos, etc, através da aquisição de instrumental lógico-racional.	Assimilar o objeto e associá-lo à esquemas mentais. Baseado no ensaio-erro, na pesquisa, na investigação e na solução de problemas.	Atividades principais: jogos de pensamento para corpo e sentidos, jogos de pensamento lógico, etc.
Sócio-cultural	Criado e elaborado a partir de mútuo condicionamento, pensamento e prática. Superação da dicotomia sujeito-objeto.	Deve estar adaptada aos fins que o homem persegue e permitir a ele uma visão crítica e contextualizada.	Educação problematizadora ou conscientizadora. Superação na relação opressor-oprimido.	Permite que alunos e professores utilizem elementos que realizam um distanciamento do objeto cognoscível

A escassez ou a pouca qualidade dos softwares educacionais em Química pode ser atribuído ao diletismo de funções. Lollini afirmou que “...programadores travestidos de educadores têm produzido softwares tecnicamente perfeitos e pedagogicamente ridículos...” e “...educadores, dúbles de programadores, tentaram traduzir idéias interessantes em um código que mal e mal conhecem, alcançando resultados duvidosos”. Mostrando a necessidade de um trabalho conjunto entre educadores e programadores para a utilização dos vários recursos tecnológicos postos a disposição a partir da Informática, que incluem conexões possíveis a uma grande quantidade de mídias.

No Quadro 1 consta uma classificação para as possíveis utilizações do computador na educação.

Quadro 1: Disseminação do conhecimento assistida por computador

Exercício e prática	operacionalizado por meio de pergunta/resposta é o modelo de grande parte dos programas educacionais disponíveis. Em geral, utilizam um “feedback” positivo e não julgam respostas erradas. Os alunos trabalham com uma seleção aleatória de problemas, repetindo o exercício quantas vezes for necessário até atingir os objetivos previstos no programa;
Tutorial	neste tipo de programa o computador transmite uma área de conhecimento em uma situação de um-para-um, onde o computador fornece alguma informação e faz uma série de perguntas a respeito, cada uma com uma faixa limitada de respostas possíveis. As respostas, incorretas ou não adequadas, redirecionam o programa para uma explicação ou, então, para a expansão do conceito;
Simulação e jogo	a simulação utiliza-se de um modelo que imita um sistema real ou imaginário. Neste tipo de programa, o aluno interage junto aos micromundos criados em computador. A partir da utilização de operações de pensamento, é capaz de testar a validade do modelo simulado ou, mesmo, propor a necessidades de outro. O aluno é elemento participante da simulação, pois controla variáveis e parâmetros que regem esta simulação. Muitos jogos são confundidos com simulações, pois utilizam algum tipo de habilidade. Por outro lado, jogos podem ser programados para a aprendizagem de algumas habilidades. Possuem atributos motivacionais individuais (desafio, curiosidade, controle, etc.) e interpessoais (cooperação, reconhecimento, etc.).
Demonstração	utilizando-se de amplos recursos gráficos e de conexões de várias mídias diferentes, são criados, por exemplo, filmes, animações, slides, gráficos e fotos. As demonstrações podem ser utilizadas para que se possa tomar contato com imagens quase impossíveis de serem criadas fora do computador. Devido aos modernos recursos tecnológicos elas podem tanto ser utilizadas por programas <i>tutoriais</i> como por programas de <i>simulação e jogo</i> .
Resolução de problemas	neste tipo de programa aprende-se fazendo, requerendo estratégia por parte do aluno-usuário. Uma situação problema é apresentada e deve ser resolvida. Os conceitos não são ensinados e os alunos utilizam o que já sabem, aprendem com seus erros e redefinem padrões a medida que atingem o domínio de determinadas técnicas.

Assim, *tutoriais e exercício e prática* refletem uma abordagem comportamentalista do conhecimento. A abordagem cognitivista se manifesta nos programas que possuem técnicas de *simulação e jogo* e *resolução de problemas*. As *demonstrações*, devido aos atuais recursos tecnológicos podem ser usadas em uns e outros tipos de programas de computador. A utilização em computadores das abordagens humanista e sócio-cultural necessita que estes estejam ligados em redes telemáticas, desta forma possibilitando uma efetiva interação entre indivíduos, mesmo que estes estejam muito distantes entre si.

Lévy, ao estudar a transmissão de conhecimento e sua relação com as ferramentas tecnológicas, defende o benefício cognitivo da utilização das técnicas de informação mediadas e simuladas por computador, por entender que: “...a manipulação dos parâmetros e a simulação de todas as circunstâncias possíveis dão ao usuário do programa uma espécie de intuição sobre as relações de causa e efeito presentes no modelo...ele adquire um conhecimento por simulação do sistema modelado, que não se assemelha nem a um conhecimento teórico, nem a uma experiência prática, nem ao acúmulo de uma tradição oral”.

No entanto, o computador e os softwares educacionais não podem ser uma ferramenta de ensino fechada em si. A avaliação técnica e, principalmente, pedagógica das atividades de disseminação do conhecimento assistida por computador é sobremaneira importante, pois segundo Carraher “um software não funciona automaticamente como estímulo à aprendizagem. O sucesso de um software em promover a aprendizagem depende da integração do mesmo no currículo e nas atividades de sala de aula”.

Muitas vezes, decorrente das avaliações, verifica-se a necessidade de alterações ou adaptações na estrutura, no funcionamento e, mesmo, no conteúdo das atividades pedagógicas. Desta forma, um software educacional deveria ser aberto a estas possíveis necessidades de alterações ou adaptações. Mas, em princípio, um software é resultado de um algoritmo criptografado, não há acesso as rotinas que definem e gerenciam o sistema. Os programadores estão longe dos usuários e não há um contato direto e definido entre eles. Mesmo se o usuário destes softwares soubesse como alterar suas rotinas, qualquer alteração necessária se torna quase impossível, pois ainda há o problema da criptografia, que impede a leitura do código objeto que compila e fecha o programa.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem que estamos modelando e implementando neste projeto tem uma série de atividades simuladas previstas, que poderão ser acessadas e manipuladas de forma remota. Os resultados obtidos nos simulacros poderão ser interpretados por usuários ligados em rede e, desta forma, possibilita-se na discussão e no debate um aprendizado colaborativo. As atividades previstas neles poderão ser alteradas ou adaptadas, fruto das avaliações de sua utilização nas diferentes realidades, devido sua distribuição em rede e ao canal de contato existente entre o usuário e a equipe de programadores que implementam e dão suporte a estes ambientes. Embora exista uma certa rigidez na estrutura e no funcionamento dos ambientes (alterações necessitam de um tempo de planejamento) as atividades de suporte destas simulações, que incluem figuras e descrições textuais poderão ser alteradas pelo usuário ou por um grupo destes.

Aspectos Técnicos

Uma análise do material instrucional usualmente produzido para a área científica, que leve em conta a disposição e o desenvolvimento de conteúdos específicos, nos mostrará um grande hermetismo destes conteúdos. Por outro lado, analisando ainda estes mesmos materiais não veremos de forma implícita conexões com conteúdos de conhecimentos adjacentes, ou seja, não constataremos de forma clara a implicação multi e interdisciplinar presente em quase todo o domínio de conhecimento.

Este hermetismo é terreno fértil para a criação de concepções distorcidas do conhecimento científico e de suas implicações na vida dos cidadãos, afastando-os do conhecimento de temas estreitamente relacionados com a qualidade de vida, tais como a poluição ambiental, aditivos alimentares, agrotóxicos, medicamentos, etc.

Ocorre que a maior parte da transmissão do conhecimento ainda se faz utilizando as tecnologias de comunicação que incorporam somente a escrita aos seus materiais instrucionais, por exemplo, livros e revistas. Os conteúdos propostos nestes materiais são fechados em si, no máximo tem uma conexão com o adjacente diretamente abordado. Como já se encontram prontos,

e seu desenvolvimento ocorre de forma hermética, eles não permitem uma própria, individual e singular leitura dos conteúdos abordados. A navegação sobre e por entre os conteúdos fica restrita àquela proposta pelos autores. A seqüência dos conteúdos propostos por estes materiais instrucionais e suas metodologias de utilização pode ter sua eficácia questionada para o ensino científico.

Lévy ao estudar o armazenamento das informações e sua transmissão, defende que o mesmo sempre ocorreu segundo as tecnologias de comunicação vigentes. Portanto, apresenta três categorias de técnicas de comunicação, a da oralidade primária, a da escrita e a da informática-mediática. A da oralidade primária se remete ao papel da palavra antes que uma sociedade tenha adotado a escrita. A da escrita se inicia justamente a partir da adoção desta técnica por uma sociedade. E conclui dizendo que vemos hoje o pleno desenvolvimento das técnicas de comunicação mediadas pela informática. Referenciando algumas diferenças entre estas duas últimas.

Quanto a técnica escrita, sugere que a distância entre os textos do autor e do leitor podem ser muito grandes. Disto resultando uma pressão em direção à universalidade e à objetividade por parte do emissor, assim como a necessidade de uma atividade interpretativa explícita por parte do receptor. Possuindo como formas canônicas do saber a teoria (explicação, fundamentação e exposição sistemática) e a interpretação.

Já nas técnicas mediadas por recursos de informática, os atores da comunicação dividem cada vez mais um mesmo hipertexto. A pressão em direção à objetividade e à universalidade diminui, as mensagens são cada vez menos produzidas de forma a durarem, devido sua fácil e simples atualização. Possuindo como formas canônicas do saber a modelização operacional ou de previsão e a simulação.

As atividades do projeto são desenvolvidas na direção da utilização de técnicas de comunicação mediadas por recursos de informática para a criação dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem.

No entanto o desenvolvimento destes ambientes exige uma nova orientação a ser dada ao domínio dos conhecimentos específicos. Necessitando estruturá-los de forma diferenciada, àquela de tradição escrita, para que sejam capazes de serem implementados por via computacional e obtenham o benefício cognitivo desejado.

van Joolingen propõe em seus Ambientes Inteligentes de Aprendizagem por Simulação (ISLE) uma modelização do domínio do conhecimento. Onde a base dos modelos do domínio do conhecimento é formada por um modelo *conceitual* e por um modelo *operacional*. O modelo operacional descreve os objetivos que são associados a este domínio, enquanto o modelo conceitual é a base do conhecimento refletindo um conhecimento não-operacional do domínio. Os modelos operacional e conceitual são *objetos de instrução*. Necessita-se adicionar modelos que nos habilitem o uso e ensinem estes conhecimentos: o modelo *instrucional*, o modelo do *aprendiz* e o modelo de *interface*. Estes modelos são independentes, portanto o desenvolvimento ou alteração de um não torna necessária a alteração de outro.

Cada modelo é construído usando *elementos*, *relações* e *estruturas*. O conhecimento é armazenado como relações entre elementos, organizado em estruturas, definindo lógicas partes de conhecimento. O modelo cognitivo consiste destas partes dos modelos da base do conhecimento que contém os elementos relatados no domínio, onde os "elementos" apropriados pelos modelos instrucional, do aprendiz ou de interface podem ser elementos, relações ou estruturas nos modelos conceitual e operacional.

A união entre os modelos instrucional, do aprendiz e de interface com os modelos conceitual e operacional, chama-se, respectivamente, modelo de diagnóstico, modelo de instrução e modelo de interação. Estes nomes refletem as funções a que estão relacionados. O modelo de diagnóstico avalia o desempenho do estudante, apontando as prováveis concepções distorcidas do estudo do domínio do conhecimento. O modelo de instrução dá as instruções com relação ao

domínio. E, finalmente, o modelo de interação guia a navegação e visualização do estudante por entre o domínio do conhecimento.

Schoenmaker descreve, em suas estratégias para o desenho funcional de atividades assistidas por computador, a figura do Editor. Este seria responsável por subsidiar a produção e coleta de conteúdos ou de dados para o software educativo (ou ambiente de aprendizagem). Já Lewis, aponta a necessidade de um Conselheiro, que seria um facilitador de aprendizagem em seus ambientes virtuais, que são chamados de Aprendizado Aberto de Informação Baseada em Tecnologia (ITOL), como pode ser visto na Figura 1. Tanto o Editor, de Schoenmaker, quanto o Conselheiro, de Lewis, são seres animados e não máquinas pensantes. Existe um tráfego de conhecimento entre indivíduos, no entanto, e apenas, mediado por computador.

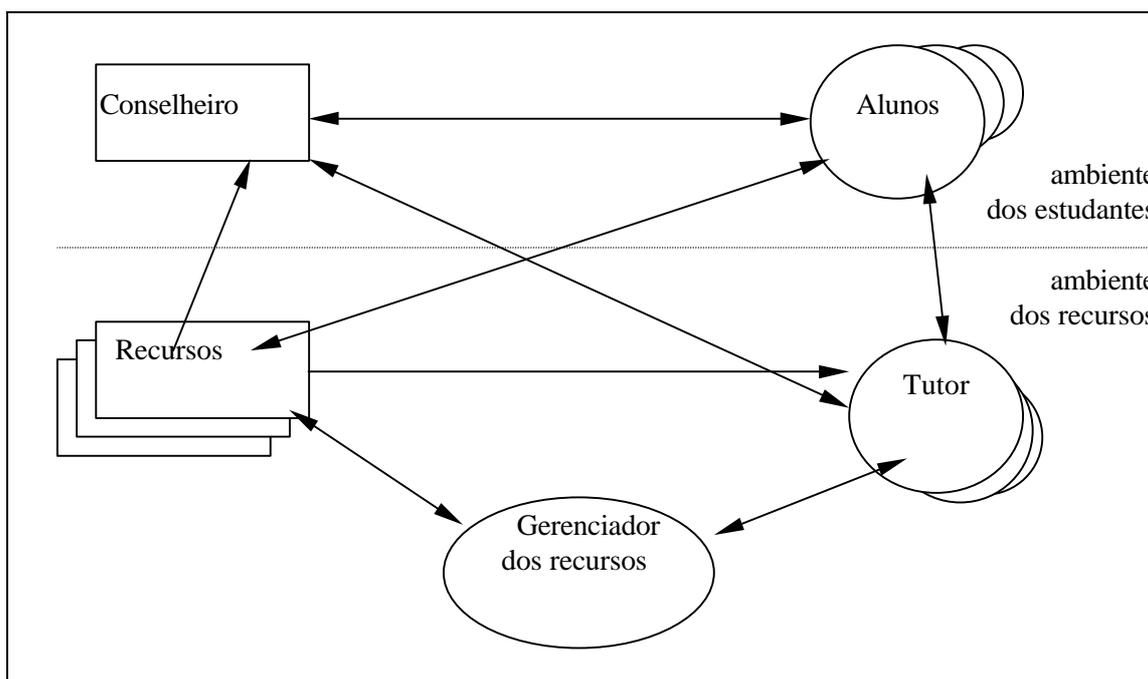


Figura 1 - O modelo do ITOL

Lewis ressalta a diferença que existe entre este aprendizado aberto e o ensino à distância. No aprendizado aberto o currículo é feito pelo aluno, enquanto nos casos tradicionais de ensino à distância o estudante limita-se a seguir um curso que foi feito por outra pessoa.. No aprendizado aberto, fundamentalmente, qualquer usuário pode se comunicar com um tutor, ou facilitador, com outros estudantes e com uma série de diferentes bases de conhecimentos, universais ou específicos.

Na inclusão dos tutores e consultores o trabalho de Lewis difere de van Joolingen. Enquanto este cria um ambiente inteligente, que suprime a necessidade de outros indivíduos, que não os estudantes, em favor de rotinas de Inteligência Artificial, Lewis defende a necessidade de um processo mediado pela interação homem-homem, pois um mentor ou tutor poderá entender melhor os problemas de aprendizagem de um estudante, desta forma é um ser humano que desempenha as funções implícitas do modelo diagnóstico dos ISLE proposto por van Joolingen.

Watabe propõe um Sistema de Aprendizado a Distância Colaborativo (CODILESS) que possui um sistema distribuído, como pode ser visto na Figura 2. Um servidor para o aprendizado colaborativo (COLS) é ligado a Internet. Também a Internet estão ligados diferentes servidores de comunicação (LOCS) a quem, por sua vez, ligam-se os usuários. Desta forma estes acessam a base de dados que se encontra no COLS. E discutem diferentes implicações e conexões de conhecimento dentro dos LOCS.

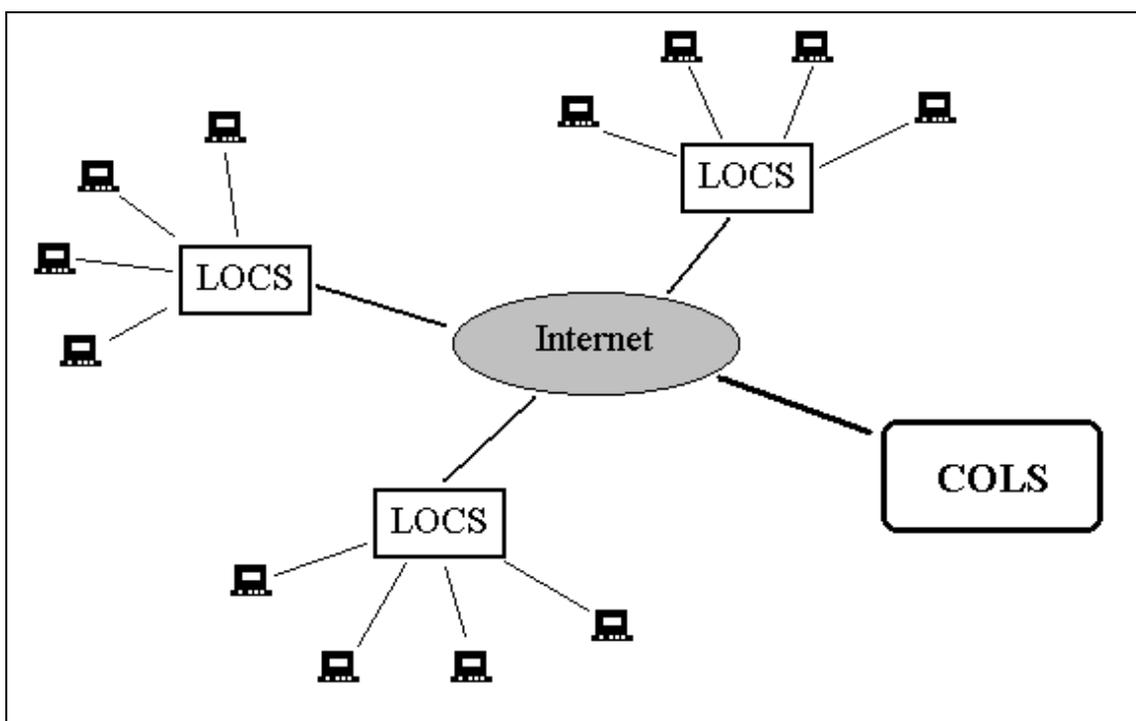


Figura 2 - Configuração em rede para aprendizado colaborativo à distância

A base de dados utilizada no CODILESS pode ter várias formas, dependendo exclusivamente das qualidades técnicas dos sistemas computacionais que estão ligados ou suportam a rede. Uma das formas possíveis são os Exploratórios Remotos propostos por Ambach et alii. Estes ambientes de aprendizagem utilizam o máximo dos recursos presentes hoje na Internet. Através de um Browser (programa que faz a procura e navegação pelas páginas da rede), no caso o NCSA Netscape, o usuário pode acessar estes Exploratórios, que são nada mais que simulações informatizadas das experiências encontradas nos modernos museus interativos de ciências. Nestes Exploratórios o usuário pode interagir com a simulação testando a validade do modelo apresentado, modificando parâmetros ou incluindo novas variáveis, sempre sem danificar a integridade do Exploratório original.

A máxima interatividade de ambientes de aprendizagem pode ser conseguida através de uma seqüenciação entre os vários ambientes e a linkagem com diferentes páginas de textos ou animações de suporte a estes ambientes. Um trabalho desenvolvido por Hay et alii mostra que os próprios estudantes podem compor estas páginas de suporte e de que forma eles podem propor as linkagens entre os diferentes ambientes e suas páginas de suporte.

A implementação computacional dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem parte das sugestões metodológicas recomendadas no trabalho de Ambach et alii com os Exploratórios Remotos, com uma importante inovação técnica. Ambach et alii fizeram a programação dos seus exploratórios em ambiente Apple Macintosh, sem utilizar janelas de conexão para outros ambientes operacionais de computadores. Então, mesmo que o browser utilizado para a procura das páginas da rede, por exemplo o Netscape, rode sobre qualquer plataforma, os exploratórios rodam somente sobre plataformas Apple Macintosh. O Brasil possui menos de 3% de seus computadores com plataformas compatíveis com Apple Macintosh.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem são implementados em uma linguagem orientada a objeto, que confere ao programador grande flexibilidade e reutilização de códigos (ou objetos) como o Java ou o Delphi Intranet. Estas linguagens se caracterizam pela independência de plataformas e de sistemas operacionais e é concebida para as redes de computador. Portanto, mesmo que uma aplicação tenha sido feita nestas linguagens sobre um determinado sistema

operacional, como o Apple Macintosh, esta aplicação será capaz de rodar sobre outros sistemas operacionais, por exemplo Windows (plataformas IBM-PC) ou Unix (plataformas RISC).

Aspectos de Conteúdos

As propostas elaboradas pela Área de Educação Química contém no seu cerne um modelo pedagógico impregnado de *um fazer educação através do ensinar química*. Para a operacionalização de tal modelo é necessário uma produção de material instrucional alternativo aos softwares e livros didáticos, já que estes além de serem deficientes, quando utilizados no ensino tradicional, são totalmente inadequados para serem empregados nas propostas de ensino de química que temos construído. Este material se diferencia dos apresentados pelas *mídias* usualmente utilizadas em sala de aula pela temática e pela abordagem.

Em nossos materiais instrucionais utilizamos temas do cotidiano como fio condutor do ensino de química, porque acreditamos que:

Uma química contextualizada e útil para o aluno, futuro cidadão, deve ser uma química do cotidiano, que pode ser caracterizada como uma aplicação do conhecimento químico estruturado na busca de explicações para a facilitação da leitura dos fenômenos químicos presentes em diversas situações na vida diária.

Gilbert mostra a ciência e a tecnologia como exemplos de solução de problemas, entendendo que uma aproximação entre a educação científica e a educação tecnológica⁶ pode ser um valioso veículo para os fins educativos de uma educação construtiva, de um aprendizado eficaz e que estes contribuem consideravelmente ao desenvolvimento dos estudantes a longo prazo, na medida em que, por exemplo:

- ◆ os temas são, ou facilmente podem ser considerados, importantes para os interesses e as preocupações dos estudantes;
- ◆ a metodologia utilizada tem sua orientação centrada no trabalho com projetos;
- ◆ fundamenta-se em questões propostas pelos estudantes; e
- ◆ privilegiam, na contextualização e comparação, a avaliação das informações procedentes de fontes diferentes.

Botkin e Keller tem como filosofia básica para o ensino de Ciência do Meio Ambiente a apresentação das informações de forma analítica e interdisciplinar. Ressaltando que este tema permite uma abordagem interdisciplinar e o desenvolvimento do pensamento crítico. A interdisciplinariedade está inclusa na própria natureza da Ciência do Meio Ambiente que, nos seus aspectos básicos e aplicados, requer uma sólida fundamentação nas ciências naturais (biologia, química, física, etc.), em adição a antropologia, economia, história, sociologia e filosofia do meio ambiente. O desenvolvimento do pensamento crítico se manifesta desde a simples identificação dos problemas ambientais, passando pela discussão dos diversos pontos de vista envolvidos até chegar a solução destes problemas.

⁶ Para o autor “...a tecnologia tem amplos significados. Por um lado constitui a soma de conhecimentos e capacidades que se utilizam no processo de solucionar problemas práticos que são importantes para a humanidade...Por outro lado também representa os objetos ou sistemas que são produtos destes esforços”, defendendo uma educação na tecnologia, a partir de seus aspectos *técnicos* (de conhecimentos e de materiais), *culturais* (os valores por de trás da eleição de problemas e necessidades que se pretendem solucionar) e *organizativos* (a economia e sociologia do comportamento da tecnologia e da utilização de seus resultados).

A relação da tecnologia, como processo e produto, e suas relações com o meio ambiente permite a escolha de diversos temas geradores para o ensino de ciências e tecnologia, como por exemplo:

- ◆ a contaminação do ar urbano;
- ◆ a diminuição da camada de ozônio;
- ◆ a disponibilidade de água potável;
- ◆ o esgotamento do solo; e
- ◆ o perigo dos resíduos tóxicos.

Segundo Gilbert, o estudo destes temas tem como propósito despertar “*a noção de que uma geração humana tem o uso da Terra durante sua vida e não deveria comportar-se de forma que seu entorno seja prejudicado para as gerações futuras*”, para que se ponha em prática uma tecnologia para o desenvolvimento sustentável.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem que estamos modelando tem como tema gerador e desencadeador das estratégias de ensino os meios de produção de energia elétrica, como, hidroelétrica, term nuclear, termelétrica, geotérmica, solar e eólica. A partir dos possíveis impactos ambientes destes meios de produção de energia elétrica são construídas simulações, que permitem ao usuário:

- ◆ identificar as suas causas e as conseqüências;
- ◆ propor possíveis soluções;
- ◆ decidir sobre os procedimentos de emergência a serem tomados, a partir do estudo das legislações pertinentes;
- ◆ estudar e analisar casos que permitam tomar providências no sentido de evitar possíveis impactos; e
- ◆ escolher o meio de produção de energia a ser ampliado em função do aumento da demanda no consumo.

Este tema gerador, e suas simulações, permite abordar uma diversidade de assuntos, entre eles:

- ◆ poluição, através dos meios dispersantes água, ar e solos, e em manifestações particulares, como a poluição dos grandes centros urbanos e/ou industriais;
- ◆ produção, disposição e reciclagem de lixo urbano e rejeitos industriais;
- ◆ uso de adubos e defensivos agrícolas e seus efeitos na agricultura e no ambiente;
- ◆ mineração e processos de manufatura de artefatos metálicos;
- ◆ extração e refino de petróleo;
- ◆ produtos derivados do petróleo;
- ◆ riscos decorrentes de acidentes industriais; e
- ◆ planejamento industrial.

No estudo dos assuntos e na descrição de seus processos e produtos são apresentados os conteúdos teóricos que os explicam e os fundamentam a partir de ferramentas hipertextuais, desenhos, animações e simulações, em substituição a simples estrutura discursiva e textual de transmissão do conhecimento.

As simulações, que são estudadas a partir de situações-problema colocadas ao usuário por uma fictícia Agência de Proteção Ambiental, são apresentadas em regiões de um mapa inventado. Na Figura 3 constam algumas das cidades em que se inserem as discussões temáticas.

As primeiras atividades foram modeladas junto a uma cidade fictícia chamada Carbópolis. Nesta cidade é apresentado um problema de diminuição da produção agropecuária devido a formação de chuva ácida, causada pela usina termelétrica existente na região. O objetivo do usuário, em um primeiro estudo, é identificar a causa do problema apresentado e, em seguida, propor mecanismos para sua solução.

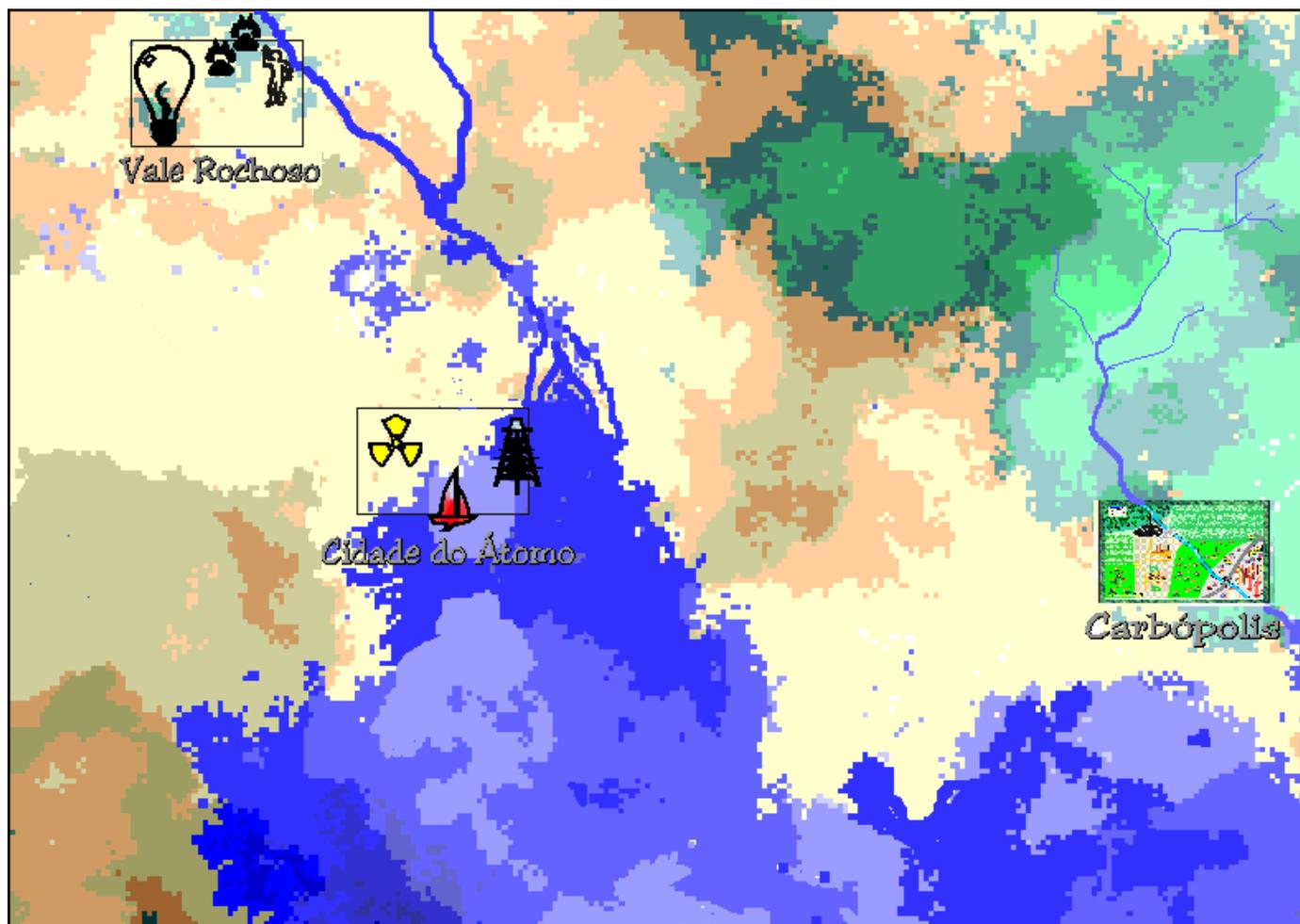


Figura 3 - Cidades *locus* dos Ambientes Virtuais de Aprendizagem

Prevê-se a expansão das atividades em duas cidades novas, que estão sendo criadas e modeladas, Cidade do Átomo e Vale Rochoso. Na primeira cidade será estudada os processos de produção de energia termonuclear a partir do estudo sobre as possíveis conseqüências de um acidente em usina nuclear. Na segunda será verificado a produção de energia hidroelétrica e o impacto causado pelo lago criado com a represa da usina.

Além dos estudos dos conceitos relativos a produção de energia elétrica essas cidades abrem a possibilidade de ligação com diversos conhecimentos que ali estão representados, como por exemplo:

- ◆ Em Carbópolis, produtividade agrícola, nutrição animal, esgotamento dos solos, mineração, poluição de cursos d'água, poluição urbana, entre outros.
- ◆ Na Cidade do Átomo, a poluição de ambientes aquáticos marinhos, extração de petróleo e seu refino, efeitos curativos das areias monazíticas, entre outros.
- ◆ No Vale Rochoso, o impacto sobre a fauna e a flora características da região (com algumas espécies em processo de extinção), alagamento de um sítio arqueológico, deslocamento dos habitantes da região, entre outros.

Estas cidades que são modeladas não são totalmente fictícias. Muitos dados incluídos nas simulações são apropriados de estudos de impacto ambiental em regiões como:

- ◆ Candiota, no estado do Rio Grande do Sul, onde está incluída uma usina termelétrica, com fatos semelhantes aos incluídos em Carbópolis;
- ◆ Angra dos Reis, onde se encontra as Usinas Nucleares, que está próximo a um polo turístico e no mesmo estado em que se encontra a bacia petrolífera de maior produção do Brasil; e
- ◆ oeste paranaense e sertão bahiano, onde estão algumas das maiores hidroelétricas do mundo.

As atividades e os modelos presentes nos Ambientes Virtuais de Aprendizagem estão sendo implementados em convênio com um grupo de pesquisadores do Instituto de Informática da UFRGS.

Os Ambientes Virtuais de Aprendizagem são ainda alvos de pesquisa em linhas que visam avaliar as interações entre *homem X máquina* e *homem X máquina X homem* a partir das navegações realizadas sobre estes sistemas.

Bibliografia

- AMBACH, J. et alii Remote Explorations: Combining Network Media and Design Environments. *Computers Education*, 24 (3), July 1995, pp. 163-176.
- CARRAHER, D.W. O Papel do Computador na Aprendizagem. *Acesso*. São Paulo: CIEd/FDE, 3 (5), Jan 92, pp. 21-19.
- COBURN, D. et alii *Informática na Educação*. São Paulo: Livros Técnicos e Científicos Ltda, 1988.

- DEL PINO, J.C. et alii Proposta de Ensino de Química Compatível com as Características das Cidades Periféricas da Grande Porto Alegre. *Série Documental: Relatos de Pesquisa*. Vol. 26, 1995, pp. 9-21.
- DEL PINO, J.C. et alii Química do Cotidiano: Pressupostos Teóricos para a Elaboração de Material Didático Alternativo. *Espaços na Escola*, Vol 10, 1993, pp. 47-53.
- EICHLER, M.L. O Uso do Computador no Ensino de Química: Fundamentos Teóricos. *Anais: Conferência Internacional Educação para o Futuro*. São Paulo, 1993.
- FLAVELL, J.H. *A Psicologia de Desenvolvimento de Jean Piaget*. São Paulo: Pioneira, 1988.
- GILBERT, J.K. Educación Tecnológica: Una Nueva Asignatura en Todo el Mundo. *Enseñanza de Las Ciências*. 13 (1), 1995, pp. 15-24
- HAY et alii Students as Multimedia Composers. *Computers Education*, 23 (4), October 1994, pp. 301-317.
- HERRON, J.D. Piaget for chemists: explaining what "good" students cannot understand. *Journal of Chemical Education*. Easton: ACS, 52(3), 1975, pp. 146-150.
- http://seawifs.gsfc.nasa.gov/JASON/JASON_HOME.html
- <http://www-wilson.ucsd.edu/homepage.html>
- <http://wwwhost.cc.utexas.edu/world/instruction/index.html>
- LA TAILLE, Y. *Ensaio sobre o Lugar do Computador na Educação*. São Paulo: Iglu Editora, 1989.
- LÉVY, P. *As tecnologias da Inteligência, O Futuro do Pensamento na Era da Informática*. Rio de Janeiro: Ed. 34, 1993.
- LEWIS, R. Learning Technologies from a Human Actor's View. *Computers Education*, 21(1/2), March 1993, pp. 173-180.
- LOLLINI, P. *Didática e Computadores - Quando e como a informática na escola*. São Paulo: Edições Loyola, 1991.
- MORAES, R.; RAMOS, M.G. *Construindo o conhecimento - uma abordagem para o ensino de ciências*. Porto Alegre: Sagra, 1988.
- MORAES, R. Fundamentos para uma reconstrução curricular em ciências. *Contexto e Educação*. Ijuí: Unijuí, 4 (15), Jul/Set 1989, pp. 46-56.
- SCHOENMAKER, J. Linking New Applications to New Design Paradigms. *Computers Education*, 21 (1/2), March 1993, pp. 181-192.
- van JOOLINGEN, W.R. & de JONG, T. Modelling Domain Knowledge for Intelligent Simulation Learning Environments. *Computers Education*, 18 (1/3), July 1992, pp. 29-37.
- WATABE, S. et alii. An Internet Based Collaborative Distance Learning System: CODILESS. *Computers Education*, 24 (3), July 1995, pp. 141-155.
- WHISNANT, D.M. Scientific Exploration with a Microcomputer: Simulations for Nonscientists. *Journal of Chemical Education*, 61(7), July 1984, pp. 627- 629.