

DESENVOLVIMENTO DE UM SOFTWARE EDUCACIONAL PARA O ENSINO DE QUÍMICA RELATIVO À TABELA PERIÓDICA

Adriana Dallacosta

kantorsk@cpd.ufsm.br

Anita Maria da Rocha Fernandes

anita@eps.usfc.br

Rogério Cid Bastos

rogerio@sei.ufsc.br

Dentre os conteúdos de Química, o estudo da Tabela Periódica é um dos que mais apresenta problemas para a aprendizagem do aluno, devido a sua natureza abstrata. O aluno não consegue associar os elétrons, prótons e neutrons com o mundo real e, na maioria dos cursos de Química, esta explicação se restringe ao recurso de quadro, giz e livros. Com o propósito de facilitar o processo de ensino-aprendizagem do conteúdo relativo à Tabela Periódica, surge este software: uma ferramenta que propõe um método de exposição de conteúdos de forma a integrar texto, som de áudio, imagens gráficas, estáticas, animação e vídeo em movimento, ou seja, ele incorpora a interatividade, sendo um dos modos mais eficazes para comunicar idéias e introduzir novos conceitos e experiências.

1) Introdução

A cada dia que passa, torna-se mais visível a utilização do computador no ensino em todos os níveis. O uso de sistemas educacionais aparece como (i) apoio ao ensino nas diversas áreas do conhecimento; (ii) um meio de fornecer ao educador um conjunto de ferramentas de *software* para permitir a programação de cursos ministrados com a assistência do professor; (iii) um sistema para atuar na linha da psicologia, visando à ampliação do conhecimento, proporcionando uma linguagem acessível ao aluno, com o objetivo de desenvolver pensamento lógico abstrato na direção de atividades concretas e criativas (Tarouco, 1997).

1.1) Computadores na Escola - Um uso tradicional

Atualmente, muitas instituições têm estudado informática e sua aplicação na educação, ciência e tecnologia, e aquisição de mais experiência com o seu uso. Apesar das diferenças na metodologia e contexto, muitos destes estudos focalizam a necessidade fundamental para gerenciar a tecnologia e explorar seus recursos a fim de melhorar o processo educativo, produtivo e científico da geração do conhecimento na sociedade.

Os computadores foram introduzidos nos programas educacionais para crianças com a “promessa” ou “crença” de que, através dos computadores, os estudantes

aprenderiam mais, leriam melhor e trabalhariam mais cooperativamente e criativamente. Entretanto, o computador não tem correspondido às expectativas das pessoas sobre seu potencial na situação de ensino/aprendizagem.

Uma olhada geral sobre o uso do computador em escolas mostra que o principal foco da educação computacional nas escolas tem sido as características do computador, por exemplo, o processamento de palavras ou gerenciamento de informações e pouca atenção tem sido dada ao desenvolvimento de uma pedagogia que integra o ensino das características do computador com a compreensão da informática e seu papel na sociedade. Pouca ou nenhuma atenção tem sido dada ao que se chama de Pedagogia da Informática que leva em consideração o processo de ensino e aprendizagem, a organização do currículo e reflexão no relacionamento homem/máquina no aprendizado e na grande comunidade, além do desenvolvimento das habilidades de usar computadores completamente.

1.2) O Desafio

O desafio dos educadores atuais não é apenas o uso de computadores na escola, mas o uso da educação computacional e informática para mediar melhorias nas relações sociais e de aprendizado nas escolas. A introdução da informática no currículo pode auxiliar escolas a mudar da maneira tradicional de ensino/aprendizagem para um método que forneça aos estudantes um ambiente mais cooperativo no processo de ensino/aprendizagem, preparando-os para aprendizagens eternas, como exploradores e integradores do aprendizado e da experiência.

Um fator chave é levar as escolas a responderem a estas mudanças para produção de recursos materiais adequados pelos estudantes em todos os estágios do processo educacional. Entretanto, para ser efetivo, estes materiais devem expressar didaticamente os conceitos educacionais básicos que irão facilitar o processo de trabalho, ensino, comunicação e aprendizagem.

Com o objetivo de tornar os sistemas educacionais mais atraentes ao aluno, passaram-se a utilizar os recursos multimídia na produção dos materiais didáticos.

2) Sistemas Multimídia

Multimídia tem vários significados diferentes. Pode-se dizer que o termo multimídia se refere a múltiplos meios de armazenamento e recuperação de informações sob a forma de texto, vídeo, sons e imagens (Silva, 1994).

Segundo Chaves (1991), “o termo multimídia se refere à apresentação ou recuperação de informações que se faz, com o auxílio do computador, de maneira multisensorial, integrada, intuitiva e interativa”.

A execução de uma apresentação multimídia em um computador traz a necessidade de interatividade. Por interatividade entende-se a capacidade que o programa tem de responder às reações que são provocadas no usuário pelos estímulos multisensoriais (ação) no mesmo.

2.1) Usos Educacionais dos Sistemas Multimídia

Para Paquette (1991), multimídia pode ser utilizada para a aquisição de diversos tipos de conhecimento e para atender a diferentes enfoques de ensino-aprendizagem. Os objetivos da aprendizagem podem estar relacionados à aquisição de conhecimentos factuais, conceitos, regras, procedimentos, modelos estruturais, métodos ou meta-conhecimentos. Estes diferentes objetivos de aprendizagem vão condicionar a escolha de uma estratégia pedagógica e o uso que se pode fazer da multimídia. Para o autor, dados os objetivos educacionais e o enfoque de aprendizagem escolhido, muitas das aplicações de multimídia oferecerão uma estratégia pedagógica do tipo apresentação, onde o aluno navega em uma rede de ligações quase lineares, porque seus objetivos se limitam à aquisição de informações.

Outras aplicações utilizarão multimídia como simulador para apoiar o raciocínio indutivo, visando descobrir o funcionamento do modelo relacional que está servindo de base à simulação. Em outros casos, multimídia servirá para construir uma base de dados onde serão armazenadas informações úteis para a realização de uma tarefa ou a solução de um problema. Enfim, em outras aplicações, o aluno utilizará um sistema multimídia para construir seus próprios conhecimentos sobre determinado assunto, integrando-os a uma aplicação que ele mesmo construiu (Paquette, 1991).

A escolha destes objetivos de aprendizagem e estratégias pedagógicas é fundamental e deve preceder à escolha de uma ferramenta computacional como multimídia e sua integração em um ambiente de aprendizagem completo.

Dede, Fontana & White (1993) assinalam que sistemas multimídias como ambientes de aprendizagem não deveriam visar ao aumento da quantidade de informações fornecidas ao aluno, segundo um processo de ensino convencional. Estas ferramentas deveriam procurar viabilizar um novo modelo de ensino e de aprendizagem, baseado na navegação e criação de teias de conhecimento através de um processo formal de perguntas, buscando mobilizar as estratégias cognitivas de nível superior. Para os autores, tais estratégias seriam melhor adquiridas sob as seguintes condições: (i) construção ativa do conhecimento em lugar de ingestão passiva de informações; (ii) uso de ferramentas sofisticadas de captura de informações que permitam ao aluno testar hipóteses em lugar de pinçar dados; (iii) uso de diferentes representações do conhecimento, de forma que os conteúdos possam ser adequados aos diferentes estilos de aprendizagem; (iv) interação cooperativa entre pares, em um enfoque participativo com os existentes nos modernos locais de trabalho; (v) sistema de avaliação que meça as complexas habilidades de nível superior e não a mera recuperação de fatos.

Midoro (1993) vê uma repercussão educacional positiva quando os sistemas multimídia permitem o uso de uma única interface para autores e leitores. Esta mesma interface possibilitaria a personalização de um dado hiperdocumento, a produção cooperativa, o desenvolvimento de projetos em sala de aula baseados no uso de hiperdocumento, a reutilização de material para a produção de novos hiperdocumentos e o uso de ambientes de multimídia para a produção de software educacional.

Para Baron & La Passadière (1991), um dos primeiros interesses do uso de multimídia na educação seria a rapidez e a facilidade que o aluno tem para acessar

informações. Multimídias podem oferecer mais facilmente ao aluno a possibilidade de escolher o nível de detalhe que deseja, podendo, igualmente, ajudá-lo a acessar componentes da informação para comparar, confrontar e analisar tais componentes. Esta possibilidade permite ao aluno ter diferentes pontos de vista sobre um determinado assunto - conhecimentos teóricos, ilustrações, estudos de caso, simulações - de forma que multimídia não seja concebida somente como uma base de conhecimento, mas sobretudo como uma ferramenta de retificação, no sentido dos tutores inteligentes.

Neste contexto, os usos pedagógicos de multimídia caminhariam no sentido da generalização ou da particularização. A partir de um grande conjunto de informações, o aluno pode abstrair e generalizar, refinando conceitos ou, ao contrário, pode particularizar, verificando se um conceito abstrato encontra uma aplicação em algum caso particular. Nos dois casos, o aluno precisa selecionar informações, segundo critérios que envolveriam pertinência, que devem ser definidas em função de seu objetivo inicial entre as possibilidades oferecidas pelo hiperdocumento.

Sistemas multimídia podem, também, ser ferramentas eficazes para sustentar as atividades de síntese e produção do aluno. A possibilidade de juntar-se à base de informações anotações diversas - como comentários, críticas, questões - não é somente uma ajuda à memorização, mas um auxílio à avaliação e à assimilação de conhecimentos.

Moreira (1991) julga que a inovação que constitui a vantagem de um tratamento multimídia da informação é sua abertura: o sistema não impõe ao usuário um modelo de aprendizagem estabelecido. Um mesmo hiperdocumento permite a presença simultânea de diferentes mídias, o que reforça seu efeito sobre a aprendizagem e sobre o desenvolvimento e utilização do conhecimento. Neste enfoque, o usuário se comportaria como um filtro autônomo de informações, as quais ele seleciona segundo sua pertinência e cuja importância ele avalia, hierarquiza em relação a outras informações, rearranja de forma original, construindo conhecimentos novos (Moreira, 1991).

Para este autor, na aquisição de conhecimentos de alto nível, o papel dos conhecimentos prévios é crucial, pois a resolução de problemas necessita do domínio de pré-requisitos. O importante não seria dar guias específicos para resolver um problema específico, mas desenvolver modos de raciocínio de alto nível que permitam ao aluno analisar seu próprio funcionamento como um ambiente adaptado a tal objetivo, em função do encadeamento flexível das informações, e o princípio do encadeamento poderia ser considerado como um guia.

2.2) Características Desejáveis para Multimídia Educacional

Para se trabalhar com multimídia é necessário entender como se cria cada elemento e como interligá-los, utilizando as ferramentas e as tecnologias do computador com recursos multimídia. Um elemento pode ser um arquivo de som, uma imagem, um vídeo, etc. A facilidade de trabalho proporcionada pelos *software* de autoria (ferramentas para criação de sistemas multimídia) para a incorporação desses elementos, faz aparecer uma nova preocupação: a qualidade do produto final. É importante definir quais elementos são realmente necessários para o projeto antes de iniciar qualquer implementação, para

evitar que o programador inclua itens desnecessários que acabam irritando o usuário com um produto final mal elaborado (Vaughan, 1994).

De acordo com Mendes (1992), as características desejáveis e específicas para que sistemas multimídia sejam ferramentas relevantes do ponto de vista do desenvolvimento cognitivo são inúmeras, mas existem algumas consideradas básicas. Tais características básicas são descritas a seguir.

Antes de tudo, o sistema deve ser estruturado em contextos. O contexto é um subconjunto de nós de um hiperdocumento, possuindo identificação própria e visando evitar que os usuários se percam durante a navegação pelo hiperdocumento. Cada contexto pode possuir um conjunto de nós que podem pertencer a outros contextos.

O sistema deve dar suporte ao trabalho cooperativo, permitindo que usuários interajam entre si, trocando idéias, argumentos e objetivos. Além disso, deve permitir que: (i) os alunos aprendam buscando informações segundo seus interesses, agregando comentários ou pontos de vista; (ii) os autores definam caminhos, como guias opcionais para os alunos; (iii) os alunos registrem os caminhos percorridos de modo que o processo exploratório de consulta possa ser discutido com outros usuários; (iv) o aluno recupere graficamente todo o caminho percorrido por ele e que também utilize caminhos sugeridos pelo autor, evitando, assim, perder-se durante a navegação.

Para a especificação de uma ferramenta de multimídia, Mendes (1992) define alguns requisitos mínimos, como os descritos a seguir.

A ferramenta deve ser projetada de forma a parecer um complemento da memória de curto prazo do aluno, disponibilizando imediatamente grandes quantidades de informação a serem utilizadas. Além disso, tal ferramenta deve permitir que: (i) sejam usadas simultaneamente ao processo de aquisição de conhecimento, as informações que já foram aprendidas; (ii) o aluno represente as suas idéias tanto de forma textual como de forma ilustrada; (iii) sejam feitas anotações do tipo nota de rodapé, usadas em livros. Uma ligação do tipo anotação quando selecionada, faz com que uma janela com as anotações sobre aquela ligação seja aberta; (iv) nós de comentários sejam criados e impressos; (v) novas versões do hiperdocumento, a partir da aprendizagem do aluno, entendida como uma reorganização da estrutura do conhecimento (Jonassen, 1988), sejam feitas.

É de suma importância a representação explícita do tipo de relacionamento entre a ligação e o nó, evitando que o usuário recupere nós desnecessariamente. A ferramenta deve possibilitar a marcação dos nós visitados, tornando-se visualmente diferentes dos demais, para posterior consulta. Paralelamente, um histórico de navegação deve ser feito.

Os usuários devem ter o papel tanto de autor quanto de leitor durante a navegação, sem precisar mudar de ambiente de trabalho.

Outro aspecto importante é que o compartilhamento de dados para trabalho cooperativo deve ser suportado por uma multimídia composta de um conjunto de nós públicos, cujo acesso é permitido a qualquer usuário e a criação de novos nós particulares somente a determinados autores. Além do compartilhamento de dados entre usuários, deve-se prever o compartilhamento de dados entre a multimídia e outras aplicações, como planilhas eletrônicas e outras bases de dados.

Kozma (1987) e Jonassen (1988) apontam alguns pontos críticos na implementação de multimídias como ferramentas cognitivas:

- a sobrecarga cognitiva, ou seja, o autor, desejando montar uma base de dados com alto grau de completeza, acaba por construir hiperdocumentos com uma massa de informações que ocasiona sobrecarga de informação para o aluno;
- a quantidade excessiva de tipos de auxílio ocasionando a desorientação do usuário, ou seja, é preciso definir com extremo cuidado os menus, opções e teclas - a partir de conceitos mais atuais de interfaces;
- a abertura simultânea de múltiplas janelas, quer dizer, é necessário ter cuidado, pois se permitindo múltiplas janelas “ativas” pode haver perda de controle sobre o texto com o qual estava interagindo originalmente;
- nomes dos nós que vão compor o índice ambíguo e sem significação com o conteúdo dos nós, ou seja, a existência de índice pode ser uma forma eficiente e direta de recuperação de informações, especialmente para alunos mais experientes. Para tanto, é essencial que haja correspondência clara entre nome do nó índice e o conteúdo deste nó.

3) Sistemas Educacionais para as Disciplinas de Química

Com a revolução tecnológica, diversificaram-se os métodos de aquisição de informações e de conhecimento, surgindo novos procedimentos didáticos e pedagógicos. Com um advento maior de informações, toda a área tecnológica foi preenchida com novas idéias e materiais necessitando de meios adequados para colocá-los didaticamente em prática. Não foi diferente na área da Química que, recebendo um grande volume de informações, encontrou dificuldades para colocar ao alcance dos alunos todas essas novidades. Ao refletir sobre esse dinamismo da tecnologia, e conseqüentemente sua influência na educação da Química, depara-se com uma escolha: ou aumenta-se a duração do curso ou faz-se a remodelação das metodologias de ensino. Optou-se pela remodelação da metodologia de ensino das disciplinas e, como técnica, utilizou-se a informática, com a vantagem de possibilitar o ensino de Química à distância com atualização constante.

Os computadores dentro da sala de aula podem revolucionar a Educação da Ciência de Química pelos seguintes motivos:

1. computadores atraem e motivam os estudantes a aprender;
2. aumentam a produtividade e eficiência dentro de um laboratório;
3. exploração e experimentação em laboratórios podem ser encorajadas através do computador;
4. aumenta-se a capacidade de compreensão e memorização devido a rapidez de realimentação de informações no computador;
5. o aprendizado visual é intensificado;
6. o computador permite aos estudantes a aprendizagem e o desenvolvimento autodidático;
7. o uso do computador em problemas simples pode ser estendido ao laboratório e também, após o entendimento do estudante, ser proposto algo mais complexo;

8. computadores estão fazendo parte do ensino escolar e preparam os alunos para o mercado de trabalho.

A seguir serão descritos alguns softwares educacionais utilizados para o ensino dos mais diversos conteúdos de Química.

3.1) ACCVIP -*Australian Computational Chemistry via the Internet Project* (<http://lacebark.ntu.edu.au/msc/index.html>)

Este projeto tem por objetivo desenvolver módulos baseados na Web para o ensino de Química Computacional através da Internet na Austrália, com a intenção de:

- a) aumentar a faixa de tópicos que são ensinados no curso de Química Computacional;
- b) aumentar a relevância dos tópicos que serão ensinados;
- c) tornar a Química Computacional disponível através de métodos ainda não usados, desafiando os estudantes a aumentarem o conhecimento dos conceitos de computação.

Um dos objetivos principais do projeto é desenvolver uma série de módulos educacionais em Química Computacional para uso no ensino de graduação e pós graduação. Uma série de cursos foi dada durante 1995, sendo colocada à disposição na rede.

Uma proposta de Mestrado em Química Computacional via Internet está sendo cogitada para início no segundo semestre de 1997. Este curso envolverá oito meses de tempo integral usando as páginas da Web e outros materiais confeccionados dentro do conceito de ensino à distância; seguido de quatro meses de projeto em tempo parcial em uma das universidades que compõem o projeto. Os oito meses de tempo integral podem se estender no máximo a vinte meses de tempo parcial.

3.2) *Chemistry Learning Center* (<http://sunchem.uga.edu/clc/tutorial.html>)

O centro de aprendizagem de Química - Chemistry Learning Center, da Universidade da Geórgia, foi aberto na primavera de 1994, como um recurso educacional para professores e graduandos. Para alcançar esta meta, o CLC fornece aos estudantes uma variedade de recursos para ajudá-los no estudo. O centro pode oferecer um local calmo para estudar sozinho ou como parte de um pequeno grupo. Assistentes de Ensino ajudam os estudantes a responderem questões sobre trabalhos de casa, experimentos de laboratório, etc., e gerenciam as discussões entre pequenos grupos. Os recursos computacionais estão também disponíveis para os estudantes a fim de ajudá-los nos estudos. Tutoriais e demonstrações computadorizados estão disponíveis para ajudar os estudantes a aprenderem o conteúdo de Química Geral e Orgânica no seu próprio ritmo. Estudantes e classes mais avançadas pode usar aplicações de propósito geral como WordPerfect, Microsoft Excel e MathCad para completar os textos e trabalhos de laboratório. Professores têm trabalhado para desenvolver projetos especiais que façam uso destas aplicações a fim de expandir os tópicos que são vistos em sala de aula.

Os tutoriais e demonstrações têm assistido a muitos estudantes de Química Geral e Orgânica. Os estudantes podem estudar o material em uma atmosfera relaxada que é apropriada ao aprendizado. A maior vantagem dos tutoriais é que eles têm uma paciência infinita e repetirá as lições até que eles aprendam. O único inconveniente é que eles

abordam o material sempre da mesma maneira. Alguns destes tutores são descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Tutoriais dispostos aos estudantes no centro de aprendizagem de Química - Chemistry Learning Center

Tutorial	Descrição
<i>Chemi Skill Bilder</i>	Desenvolvido na Clemson University. Abrange quase todo o conteúdo do curso de introdução à Química. Fornece uma breve explicação de cada tópico que os estudantes podem ter acesso antes de responder a cada questão. Os alunos têm duas oportunidades para responder corretamente à questão antes da explicação da solução ser fornecida. Problemas são gerados randomicamente de maneira que os estudantes possam usar o tutorial repetidamente e nunca verá a mesma questão.
<i>NovaNet Tutorials</i>	Abrange os tópicos de Química Geral, além de incluir os tópicos de Química Orgânica. Enquanto o conteúdo está sendo visto, procura-se ligar a teoria ao mundo real.
<i>VSEPR Tutor</i>	Desenvolvido na Universidade de Manitoba. Esta aplicação é um conjunto de hipercards que apresentam a geometria molecular e eletrônica em um método gráfico de maneira que os estudantes possam ver as estruturas mais facilmente. A lição inclui um programa auxiliar que permite ao estudante rotacionar as estruturas para alcançar uma melhor posição para as geometrias.
<i>Organic Nomenclature Tutorial</i>	Os alunos podem trabalhar com o tutorial no seu próprio ritmo a fim de aprender as regras IUPAC. O tutorial conduz os estudantes através de uma progressão lógica de estruturas que tornam o aprendizado destas regras uma tarefa muito simples. A principal característica do tutorial é o fato de que os estudantes têm de digitar o nome do componente e não simplesmente selecionar a resposta correta de uma lista. O estudante é informado de que partes de uma resposta são corretas e quais são incorretas e o que eles fizeram de errado.
<i>Organic Reaction Mechanism</i>	Permite que o estudante reveja alguns mecanismos de reação. Os alunos podem ver os desenhos da ativação para ter a melhor compreensão das reações, então, eles fazem o desenho estático em um texto; além disso, os alunos são capazes de utilizar os mecanismos que vêm na demonstração nos deveres de casa ou no laboratório. Esta aplicação é útil para os estudantes, instrutores e professores no processo de ensino/aprendizagem dos mecanismos de reação.
<i>Stereo Tutor</i>	É um conjunto de hipercards que fornece instruções sobre estereoquímica. Os estudantes recebem instruções em círculos concêntricos, nomes absolutos e moléculas espirais que caem nos círculos concêntricos.

<i>Introduction to Spectroscopy</i>	Abrange os conceitos básicos de espectroscopia. Os alunos têm acesso aos diversos conteúdos (sessões) e recebem informações sobre instrumentação e interpretação. A linguagem utilizada é bastante simples, facilitando o aprendizado do aluno.
-------------------------------------	---

3.3) University of Illinois Chemistry Learning Center
(<http://www.uil.org/chem/index.html>)

A Universidade de Illinois possui um centro de apoio ao aprendizado de Química, onde os alunos podem aprender os princípios de Química geral e orgânica, além de realizarem simulações de experiências. A seguir serão descritos alguns dos software desenvolvidos neste centro. Alguns destes software são descritos na Tabela 2.

Tabela 2: Softwares desenvolvidos na Universidade de Illinois

Tutorial	Descrição
<i>Exploring Chemistry</i>	É um programa multimídia que usa vídeos atuais sobre experimentos de laboratório para ensinar aos estudantes os conceitos de laboratório de Química geral. Estes experimentos em vídeo são bastante interativos e com base neles, os estudantes podem escolher as variáveis de um experimento, tais como reagentes, concentração e temperatura, podendo repetir os experimentos em diferentes condições.
<i>Introduction to General Chemistry</i>	Contem 50 lições interativas que abrangem o conteúdo introdutório de Química geral. Atualmente está sendo usado por cerca de 2.000 instituições de ensino nos Estados Unidos e outros países de língua inglesa.
<i>Introduction to Organic Chemistry</i>	Contem 60 lições interativas que abrangem o conteúdo introdutório de Química orgânica: alcanos, alcenos e alcinos; reações de substituição; álcool; amidos; aldeídos; cetonas; ácidos carboxílicos; etc. Atualmente está sendo usado por cerca de 1.800 instituições entre colégios e universidades norte americanas.
<i>Organic Chemistry Laboratory</i>	Fornece uma introdução à teoria e aos procedimentos para as técnicas básicas de laboratório em Química orgânica. Entre os módulos mais interessantes deste software, tem-se os módulos de Extração (introdução, conceitos, coeficientes de partição, revisão); Experimentos de Extração (introdução, exemplo, revisão) e Análise Orgânica Qualitativa (introdução, descrição dos testes, componentes conhecidos e componentes desconhecidos).

3.4) A Experiência da Universidade Federal de Santa Catarina no desenvolvimento de um CD - ROM para Ensino de Química - Laboratório Virtual (http://www.ctc_lab.reesc.ufsc.br)

A idéia deste software é fazer o aluno ir para uma aula de laboratório de Química tendo em mente que é um laboratório em ambiente computacional na tentativa de demonstrar simulações de experimentos de Química geral.

A simulação de um experimento deve permitir aos professores mais uma ferramenta para atrair os alunos para as salas de aulas. Trabalhando em um ambiente que possibilite aos estudantes praticarem as experiências sem correr qualquer tipo de perigo, por exemplo, na utilização de substâncias tóxicas, o ensino da matéria pode ter um atrativo a mais. Sendo as substâncias apenas visualizadas na tela, qualquer mistura que possa ocasionar eventualmente o despreendimento de um gás tóxico ou até uma explosão, não causará dano ao aluno. Tudo isto unido ao fato de que, pode-se acessar de qualquer outro lugar que tenha um ambiente computadorizado, permitindo que vários estudantes, em lugares diferentes, façam a mesma experiência.

3.5) O Ensino de Química via INTERNET

Na Austrália, está em desenvolvimento o projeto *Computational Chemistry Project* (Projeto de Química Computacional) - CAUT, para gerenciar o ensino de Química via INTERNET.

A Química Computacional é uma disciplina emergente, que lida com o uso de computadores para facilitar o ensino de Química. No caso do projeto CAUT, uma ampla série de tópicos é abordada, que vai desde o projeto de medicamentos e modelagem de proteínas (que são baseados em bioquímica e química orgânica) até a teoria físico-química. Neste caso, os computadores são usados para: prever possíveis estruturas moleculares; estudar os mecanismos de ligação; projeto de novos medicamentos; otimizar os projetos de novos medicamentos; calcular a energia das ligações; visualizar as macromoléculas em 3D (como por exemplo, as moléculas de DNA ou proteínas); modelar a cinética química; desenvolver estruturas químicas otimizadas; desenhar os polímeros.

A experiência tem demonstrado que o ensino da Química por computador não é uma tarefa trivial. Algumas das dificuldades encontradas são:

- os estudantes necessitam de conhecimentos básicos em várias disciplinas científicas, incluindo Química, Matemática e Física (em particular física quântica);
- há uma grande variedade de softwares educacionais de Química (tais como Gaussian, MOPAC e Sybyl), os quais possuem interfaces bem diferentes;
- os estudantes necessitam de um bom conhecimento das noções básicas de Unix tais como telnet, editor de texto como vi ou EMACS, FTP e e-mail; os quais são utilizados em vários programas educacionais de Química.

3.6) A Experiência da Virginia Polytechnic Institute and State University (http://www.chem.vt.edu/archieve/chem_conf96/3prelabs.html)

O departamento de Química da Virginia Polytechnic Institute and State University está desenvolvendo um projeto de ensino de Química através da *World Wide*

Web utilizando recursos hipermídia. O protótipo inicial foi testado na disciplina de Análise Instrumental em 1995, quando foi utilizado pelos alunos. Após a experiência, concluiu-se que a utilização dos recursos on-line, tais como, as páginas de pergunta-resposta, foi mínima, em compensação, a utilização de recursos que não são on-line foi de 75%. O protótipo contém tutoriais com textos e gráficos e questões de múltipla escolha para familiarizar os estudantes com experimentos e instrumentações antes de suas sessões de laboratório. Os estudantes respondem a um levantamento em uma sala de aula para indicar que questões de múltipla escolha eram melhores para o aumento da compreensão conceitual e as que melhor preparam os estudantes para o trabalho em laboratório. O programa também contém um conjunto de experimentos em um mapa clicável, para o aluno escolher qual aspecto laboratorial ele que trabalhar. A desvantagem do uso intensivo de material gráfico via rede é o transferência lenta dos arquivos. Os resultados deste projeto piloto forneceu uma direção para o desenvolvimento de sistemas educacionais hipermídia para Química via rede, tanto dentro da própria universidade quanto para ensino à distância.

3.6.1) A aplicação: Preparação para Análise Instrumental

O protótipo apresentado aos alunos corresponde aos conteúdos teóricos, alguns exemplos e exercícios relativos à disciplina de Análise Instrumental. Este protótipo consiste de uma página da Web que contém um link para um tutorial descritivo sobre os experimentos ou instrumentações e links para exercícios interativos. Exemplo deste sistema pode ser acessado em <http://www.chem.vt.edu/chem-ed/4114/4114-prelabs.html>. Cada módulo de experimentos instrui o aluno a ler parte teórica antes de fazer os exercícios. Uma cópia impressa destas anotações se faz necessária como referência para o aluno usar quando estiver no laboratório. Os exercícios interativos consistem em três questões de múltipla escolha. Os módulos relativos à eletroquímica incluem exercícios baseados em gráficos com duas questões de múltipla escolha. As questões baseadas em gráficos consistem em uma imagem de um mapa clicável contendo todos os experimentos. Após ler o texto descritivo, os alunos eram instruídos a identificar os diferentes componentes dos instrumentos clicando neles na imagem do gráfico. Clicando no instrumento correto, tem-se um zoom da imagem deste objeto, e o aluno pode escolher o próximo objeto. Uma seleção incorreta fornece uma mensagem dizendo para tentar novamente e o estudante só poderá avançar no exercício quando responder corretamente a questão.

As figuras 1 e 2 são telas do sistema ilustrando uma questão de múltipla escolha e a respectiva página de resposta. A mesma página de resposta é apresentada para o estudante tanto para alternativas corretas quanto para alternativas incorretas e incluem uma pequena explicação sobre a resposta correta.

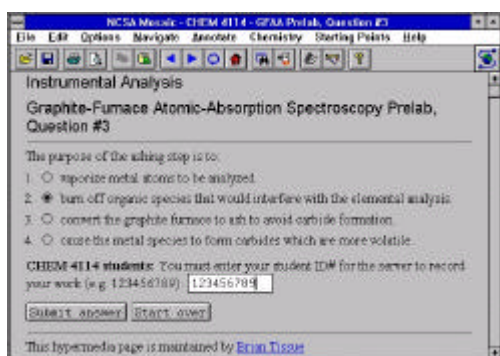


Figura 1. Tela de uma página de questão de múltipla escolha.

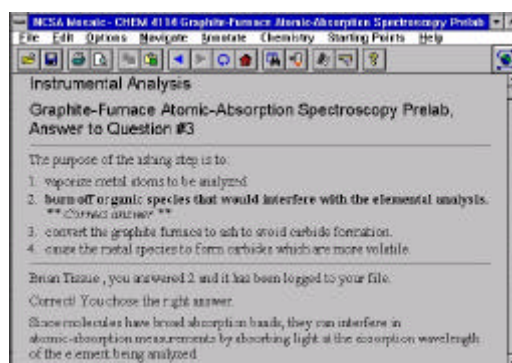


Figura 2. Tela da página de resposta da questão da Figura 12.

O uso e a eficiência deste protótipo foi avaliada a partir de números e padrões de acesso por usuários, e a partir de avaliações dos alunos matriculados na disciplina. Pelo levantamento ao final do semestre, constatou-se que 21 estudantes completaram todos os 10 módulos, 5 alunos completaram 8 ou 9 módulos, e 2 alunos completaram menos que 5 módulos. De todos os módulos completados, 37% foram completados um dia antes da aula prática de laboratório (da meia noite às 8:00 da manhã do dia do laboratório), 44% foram completados no dia do laboratório (entre as 8:00 da manhã até a hora da aula de laboratório - 14:00h), e 19% dos módulos foram completados depois (após o início da aula de laboratório). Cerca de 75% dos alunos completaram os módulos antes do início das aulas de laboratório.

As respostas dos alunos para um feedback para o professor foram coletadas duas vezes durante o semestre. Na primeira metade do semestre, o levantamento foi feito após o encerramento de uma série de experimentos de laboratório de espectroscopia e o segundo levantamento foi feito próximo ao final do semestre após a conclusão dos módulos sobre eletroquímica. Os alunos tiveram acesso suficiente à Internet, e mais de 85% dos alunos que a usaram a partir dos computadores dos laboratórios, fizeram isto entre 11h e 16h. Metade dos módulos foram feitos através de computadores dos laboratórios e a outra metade de um lugar qualquer: biblioteca, casa, local de trabalho, etc.

O levantamento feito no meio do semestre concluiu que as questões de múltipla escolha ajudavam os alunos a compreenderem os conceitos básicos, mas não eram úteis no sentido de prepará-los para realizar os experimentos de laboratório. A quantidade de alunos que responderam “concordo” ou “concordo plenamente” foi 8 de 24, para a pergunta: “Fazer os exercícios ajuda na preparação dos trabalhos de laboratório?” e 17 de 24 para a pergunta: “Fazer os exercícios ajuda a compreender os conceitos?”. Em resposta a estes resultados foi desenvolvido um exercício baseado em gráficos para cada módulo de eletroquímica. As respostas para o segundo levantamento tiveram pouca diferença em relação ao primeiro, no que diz respeito à ajuda ao trabalho em laboratório. Entretanto, as diferenças nos experimentos de laboratório torna isto impossível para atribuir um alto grau de resposta para a imagem clicável sozinha.

Comentários sobre as questões de múltipla escolha variaram de “muito fácil” e “interessantes” até “me ajuda a compreender os conceitos”. Há o comentário de um usuário de acesso doméstico que ressaltou que a transferência dos gráficos era muito lenta, e outro aluno teve dificuldade de acessar o material de um determinado laboratório. Quatro dos 23 alunos preferiam que os módulos fossem em CD-ROM e não na Internet.

4 - O Software Proposto

A construção do software teve início com um estudo do conteúdo teórico da Tabela Periódica a fim de situar-se dentro do contexto da disciplina. Este estudo foi feito de duas formas: leitura de apostilas, artigos e capítulos de livros que abordaram o assunto e discussão com professores responsáveis por este conteúdo.

O software está sendo criado de modo a incluir material adicional em relação ao normalmente utilizado em sala de aula, onde visa fornecer aos usuários uma ferramenta prática e amigável que sirva de complementação e enriquecimento aos conteúdos apresentados em sala de aula.

O sistema é constituído sobre um ambiente gráfico, utilizando também recursos de som, figuras e animações, fornecendo um ambiente agradável e de fácil manipulação.

Desta forma, o trabalho é composto pela seguinte página principal: Tabela Periódica (Figura 3). Tomar a página Tabela Periódica como a principal é uma estratégia utilizada visando minimizar alguns problemas decorrentes da “navegação”, na qual poderá ser acessada em qualquer parte do software, através do seu respectivo botão. Através dela é que assessamos os módulos do software (cada elemento da tabela possui todos estes módulos), a seguir transcritos:

Módulo I - **Rosto** - Página na qual o usuário escolhe o conteúdo do elemento a qual ele está desposto a receber informações.

Módulo II - **Aplicações**

Módulo III - **Quantidade**

Módulo IV - **Preparação**

Módulo V - **Compostos**

Módulo VI - **Propriedades**

Módulo VII - **Símbolo**

Módulo VIII - **Histórico**

Módulo IX - **Distribuição eletrônica**

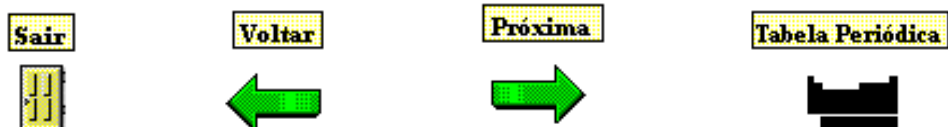
Módulo X - **Origem do nome**

Os Leitores poderão navegar pelo livro com facilidade, seguindo um caminho lógico, intuitivo e não-linear marcado por orientações claras, representadas por botões:

(i) ilustrados; (ii) alguns com animação; (iii) field (objeto que contém texto) explicativo.

Para prover um sentido conceitual de estabilidade, a interface apresenta um conjunto finito de botões e um completo conjunto de ações a serem executadas. Nesses objetos usando o mouse, do início ao fim do livro são os mesmos botões apresentados em cada página, pois os Leitores devem sentir que têm vários “marcos” familiares, como os objetos, com os quais podem contar.

Para explicar cada botão , o próprio programa possui “dicas em formato de field” de forma que, ao se passar o mouse por um elemento qualquer da interface, é fornecida uma descrição sucinta da sua função. A seguir será explicada a função de cada um dos botões de navegação, apresentados com seus respectivos fields:



Botão Sair: Utilizado para sair do software.
Botão Voltar: Retorna ao módulo I.
Botão Próxima: vai para o próximo módulo.
Botão Tabela Periódica: vai para página Tabela Periódica.

A página inicial do livro, além dos botões de navegação, apresenta animações para dar mais vida à apresentação.

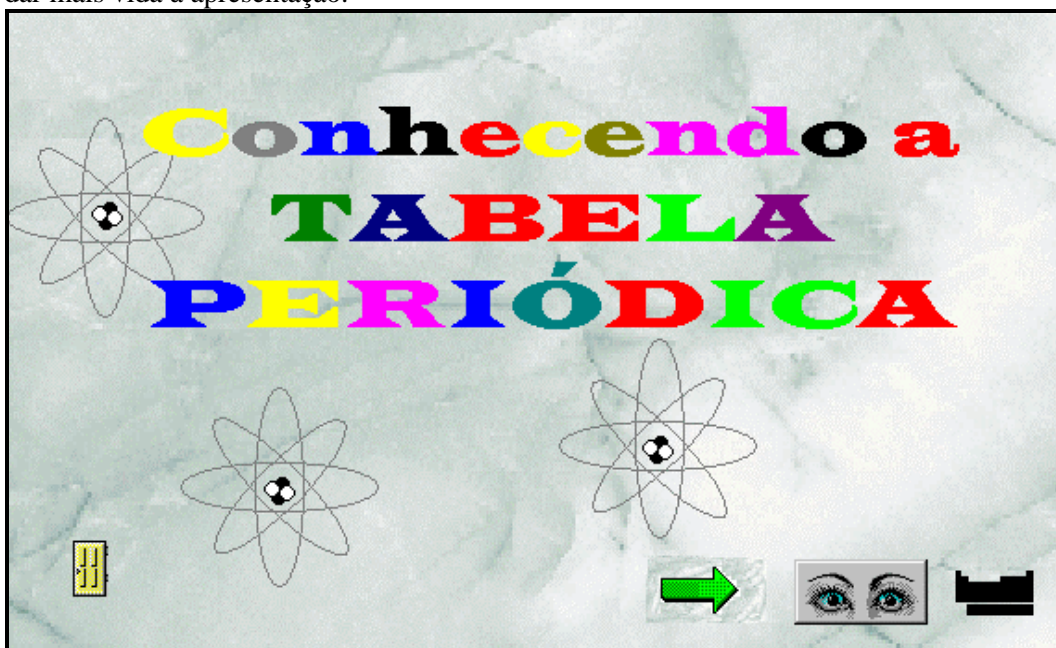


Figura 4 - Tela de apresentação

Na página Desenvolvedores tem-se os objetivos do trabalho e a equipe executora.


Informações Gerais

Objetivo

Desenvolver um software educacional com recursos de multimídia para fornecer suporte ao aprendizado do conteúdo relativo à Tabela Periódica. Através dos recursos de som, imagem o aluno terá maiores condições de entender o comportamento dos prótons e elétrons que são os responsáveis pela distribuição dos elementos químicos dentro da Tabela Periódica.

Equipe de Criação

Adriana Dallacosta
 Anita Maria da Rocha Fernandes
 Rogério Cid Bastos










Figura 5 - Página Desenvolvedores


Na página relativa à Tabela Periódica (Figura 6), o usuário pode, com um click em cima do elemento, obter informações sobre ele.

Clique no elemento para obter informações

H																	He
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba		Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra		Dd	Ji	Rf	Bh	Hn	Mt	Uun	Uuu	Uub						

Metais	Não Metais
Semi-Metais	Gases Nobres

La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr








Figura 6 - Página Tabela Periódica

Logo após, é apresentada uma tela (Módulo I) na qual o usuário deverá optar pelo assunto por que se interessa sobre o respectivo elemento.

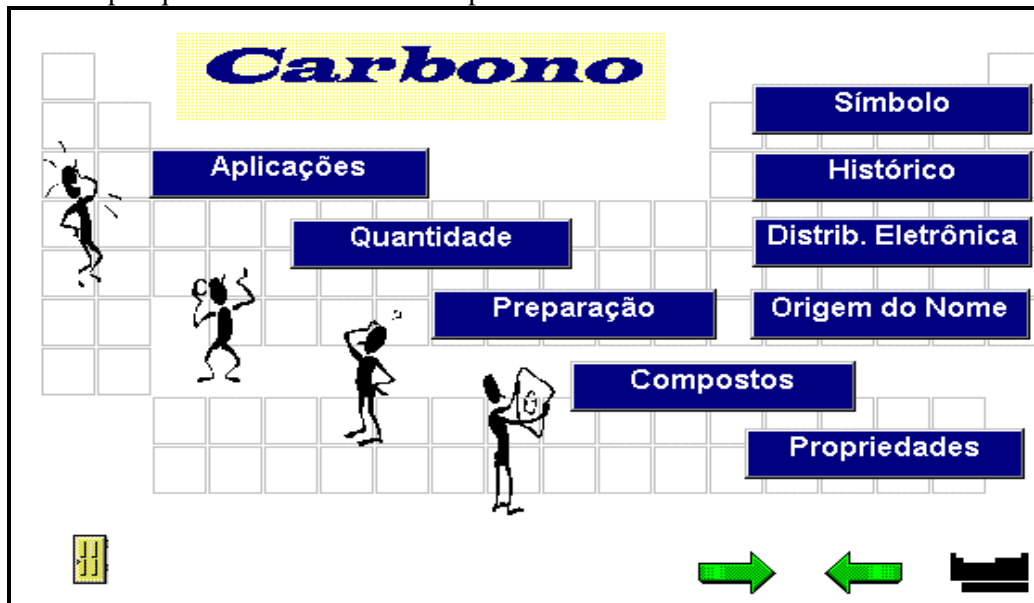


Figura 4 - Ilustração da Página Módulo I

Após acessada a página referente ao tópico que lhe causou interesse, o usuário poderá retornar para o Módulo I (para escolher outro módulo sobre aquele elemento), ou poderá visualizar a diferença do assunto para com os outros elementos da tabela, ou poderá voltar para a tabela e escolher outro elemento químico, ou ainda, sair do software, pois fornece a flexibilidade para o usuário definir e organizar relações entre idéias tidas como necessárias para seus propósitos e preferências, de estilos de aprendizagem.

A noção de multimídia está ligada a uma maneira de apresentar e recuperar informações de forma não linear, segundo um modelo de redes, compostas por nós interconectados por ligações. Estes nós podem conter tanto informações de textos e gráficos, como informações de outros tipos, tais como imagens e sons digitalizados, seqüências de animação e vídeo interativo.

São utilizados os recursos de animação, imagens, som para ilustrar, tornar as páginas mais atrativas e de fácil assimilação do conteúdo proposto, pois apresentações multissensoriais aceleram e aumentam a compreensão.

A seguir serão expostas as páginas de alguns módulos do software proposto.

Magnésio

Aplicações

- fogos de sinalização
- veículos leves, **avião**
- tijolo refratário
- pigmentos, material de enchimento
- rodas de liga leve

Video

Figura 5 - Módulo II do software (aplicações)

Figura 6- Módulo III do software (aplicações)

Hidrogênio

Quantidade

O hidrogênio é um elemento relativamente abundante no universo. Na crosta terrestre, que aqui significa litosfera, hidrosfera e atmosfera incluídas, o hidrogênio é colocado em terceiro lugar (depois do oxigênio e do silício) em percentagem de átomos e o nono em percentagem de massa. Na Terra, todo o hidrogênio se acha combinado, a maior parte com o oxigênio, formando a água. A molécula de hidrogênio é tão leve que, ao ser liberada, sobe rapidamente aos níveis mais altos da atmosfera e gradualmente se perde pelo espaço.

Alta

Baixa

Animação

Figura 6- Módulo III do software (aplicações)

5 - Conclusão

Na aproximação entre o computador e o ensino, o surgimento de softwares educacionais utilizando recursos de multimídia representou um marco de importância fundamental. Oferecendo a capacidade do acesso não-linear a informações, indiretamente conduzem à composição de ligações as quais refletem o modo humano de organizar o conhecimento, melhor do que o texto seqüencial.

Com o propósito de empregar um método de ensino interessante aos que buscam conhecimento sobre a tabela periódica, surgiu este software, uma ferramenta de auxílio no ensino dos conceitos básicos dos elementos químicos.

Procurando motivar a aprendizagem utilizando uma interface agradável e de fácil manipulação, os recursos de som, imagem, animação e vídeo possibilitaram a criação de um software rico em apresentação.

REFERÊNCIAS

- Baron, G.H.; La Passadière, B. **Médias, Multi er Hypermédias pour l'Apprentissage: Points de Refere sur l'Emergence d'une Communauté Scientifique.** In: Actes des Premières Journées Scientifiques Hypermédias d'Apprentissages. Châtenay-Malabry, 1991, 7-15.
- Chaves, E.O.C. **Multimídia** - conceituação, aplicações e tecnologia. São Paulo, 1991.
- Dede, C.; Fontana, W.; White, P. **Constructivism, and Higher-Order Thinking Skills.** Proceedings of ED-MEDIA 93 - World Conference on Education Multimedia and Hypermedia, 1993, 631.
- Jonassen, D. **Designing Structured Hypertext and Structuring Access to Hypertext.** In: Education Technology, 28(11), 1988.
- Kozma, R. **The Implications of Cognitive Psychology for Computer Based Learning.** In: Education Technology, 27(11), 1987, 20-25.
- Mendes, M.E.X. **O Paradigma de Hipertexto e o Processo de Ensino/Aprendizagem: uma relação promissora.** Dissertação de Mestrado. COPE - Sistemas/UFRJ, 1992.
- Midoro, V. **What makes multimedia systems interesting for education?** In: Proceedings of ME-MEDIA 93 - World Conference on Education Multimedia and Hypermedia, 1993, 377-382.
- Moreira, A. **Didactique et Hypermédias in Situation de Resolution de Probleme: principes de conception de didaticiels hypermédias.** In: Actes des Premières Journées Scientifiques Hypermédias d'Apprentissages. Châtenay-Malabry, 1991, 7-15.
- Paquette, P. "Enjeux et Perspectives". In Brigitte de La Passadière e George Louis Baron (Orgs.). **Hypermédias d' Apprentissages. Actes des Premières Journées Scientifiques.** Châtenay-Malabry, 1991.
- Silva, L.S. da. **Gutenberg:** ferramenta hipermídia para aplicações educacionais. Anais 5º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre: Instituto de Informática/ PUCRS, 1994.