

---

## **Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química**

Marcelo P. de Souza<sup>1,2\*</sup>, Neide Santos<sup>2\*\*</sup>, Fábio Merçon<sup>1,3\*\*\*</sup>, Cláudio N. Rapello<sup>2</sup>, Antônio César S. Ayres<sup>2</sup>

Universidade do Estado do Rio de Janeiro: <sup>1</sup>Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira, R. Santa Alexandrina, 288, Rio de Janeiro – RJ – Brasil - CEP 20261-232 ; <sup>2</sup>Departamento de Informática e Ciência da Computação, Rua São Francisco Xavier, 524, 6º andar, Bloco B, Rio de Janeiro – RJ – Brasil – CEP 20550-013; <sup>3</sup>Instituto de Química, R. São Francisco Xavier, 524, Pavilhão Haroldo Lisboa da Cunha, sala 406, Rio de Janeiro – RJ – Brasil – CEP 20550-013. E-mail: \*celopinheiro@ig.com.br; \*\*neide@ime.uerj.br ; \*\*\*mercon@uerj.br

### **Resumo**

As novas tecnologias de informação e comunicação são elementos importantes para o desenvolvimento pessoal e profissional do ser humano. Sua inserção na escola diminui o risco de discriminação social e cultural e pode atuar como coadjuvante para a renovação da prática pedagógica. Considerando que a informática pode desempenhar papel complementar ao trabalho em sala de aula e no laboratório, desenvolvemos o software educacional denominado Titulando 2004. Neste artigo, apresentamos o software e discutimos a avaliação de sua utilização por um conjunto de professores e alunos. Os resultados são bastante positivos, nos levando a concluir que o software educacional é um poderoso instrumento para o processo ensino-aprendizagem da Química, podendo suprir as necessidades em condições materiais pouco favoráveis, comuns nas escolas públicas.

### **1. Introdução**

A Informática tem modificado os paradigmas do conhecimento e, nas últimas décadas, tem-se verificado que o acesso e o domínio de novas tecnologias de informação e comunicação constituem condições fundamentais para o desenvolvimento pessoal e profissional do ser humano como cidadão. O uso dessas tecnologias na escola permite a preparação dos jovens para a vida, diminui o risco de discriminação social e cultural, contribuindo para sua integração ao trabalho e seu desenvolvimento individual e inter-pessoal.

Além de ser um objeto de estudo, a Informática é uma importante ferramenta transdisciplinar que pode servir de apoio e dinamizar o aprendizado em todas as áreas e componentes curriculares. Ao trabalhar com o computador, em um ambiente diferente da sala de aula, o jovem pode revelar conhecimentos que já construiu, podendo encontrar um campo aberto para novas descobertas e desenvolver um aprendizado prazeroso, espontâneo e criativo.

A utilização adequada da Informática permite o desenvolvimento de recursos adequados aos estudantes, que devem facilitar o processo de ensino, comunicação e aprendizagem. Os recursos multimídia podem ser utilizados na produção dos materiais didáticos com o objetivo de tornar os sistemas educacionais mais atraentes ao aluno, através do uso de imagens, sons, animações, etc. Meleiro (1999) cita que a visualização, considerada como um meio facilitador do entendimento e da representação de fenômenos, vem sendo utilizada desde o surgimento da ciência por meio de gravuras, gráficos e ilustrações, e mais recentemente foi incrementada com o uso de recursos eletrônicos e digitais, como o computador e a televisão.

No entanto, o processo de inserção das novas tecnologias na prática pedagógica é por vezes bastante lento. Visando contribuir para a renovação dos processos de ensino e aprendizagem de Química, desenvolvemos um software educacional para apoio aos

---

procedimentos de titulação ácido-base. Com este propósito, neste artigo, discutimos brevemente o ensino de Química, a seguir apresentamos o software que desenvolvemos, a avaliação de professores e sua utilização com alunos. Por fim, oferecemos nossas conclusões.

## **2. A Informática na Educação Química**

A Química é uma ciência que influi diretamente na vida das pessoas. Entretanto, boa parte de seu conteúdo envolve conceitos abstratos, complexos e conhecimentos que se acumulam, tornando esta ciência difícil de ser aprendida, principalmente em função do grau de maturidade do aluno. Muitos estudantes têm demonstrado desmotivação para esta ciência e geralmente questionam a necessidade de estudar Química. Uma das causas do fracasso do ensino de Química está relacionada à 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 desta disciplina.

Segundo Caniato (1989), o ensino de Química assume um nível de dificuldade muitas vezes insuperável para a maioria dos alunos. Este fato decorre de uma abordagem feita de forma desinteressante, privilegiando a memorização de informações irrelevantes e esquecendo-se do "aspecto lúdico" da aquisição de conhecimentos, ou seja, do prazer da descoberta.

Souza e Merçon (2003) concordam que a qualidade do ensino de Química pode ser melhorada ao se definir uma metodologia que privilegie o trabalho experimental como uma das formas de aquisição de dados da realidade. Esta abordagem fornece ao aluno a oportunidade de ter 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. As atividades fora de sala de aula devem ser aproveitadas como agente facilitador da aprendizagem de muitos conceitos químicos e da interação professor-aluno. A partir de atividades práticas e científicas, o aluno deve aprender que a ciência é uma construção de conhecimentos que exige a colaboração, paciência, investigação e a formação de modelos. Quando estas atividades possuem características didáticas e lúdicas, elas podem desempenhar um papel importante para a construção de significados no processo de ensino.

Segundo Mortimer e colaboradores (2000), além do desenvolvimento de habilidades específicas, como controlar variáveis, organizar dados em tabelas e construir gráficos, um experimento pode cumprir também o papel de apresentar o pensamento químico, onde teoria e realidade estão relacionadas. Desta forma, o aluno pode ser levado a formular hipóteses, desenvolver formas de testá-las e modificá-las de acordo com os resultados.

Giordan (1999), ao analisar o uso da experimentação no ensino de Química, constatou que esta metodologia desperta um forte interesse entre os alunos, que atribuem a esta um caráter motivador e essencialmente vinculado aos sentidos. Este autor também destaca a valorização da aprendizagem colaborativa, onde a formação de um espírito colaborativo de equipe pressupõe uma contextualização socialmente significativa para a aprendizagem, do ponto de vista tanto da problematização (temas socialmente relevantes) como da organização do conhecimento científico (temas epistemologicamente significativos).

Infelizmente, a maioria das escolas não possui um laboratório de Química equipado onde o professor possa desenvolver atividades práticas, o que torna o ensino da Química inadequado, desmotivante e ineficiente. Aos alunos não é fornecida a oportunidade de visualizar os modelos químicos, as experiências, as substâncias, os fenômenos, ou seja, o ensino ocorre com a ausência de imagens e ausência de prazer no aprendizado. Usberco e Salvador (2002) consideram fundamental o uso da imagem, pois esta é mais eficiente que a voz na transmissão do conhecimento.

---

A utilização de recursos computacionais nas aulas de Química representa uma alternativa viável, pois pode contribuir no processo educacional e na tentativa de contextualizar a teoria e prática no ensino desta disciplina. Para escolas que possuem um laboratório de Química, o computador pode também ser uma ferramenta importante na visualização e compreensão dos conteúdos da disciplina, na simulação de reações químicas, nas previsões de fenômenos, na comparação de dados qualitativos e quantitativos, na obtenção e avaliação de resultados experimentais.

Segundo Dallacosta e colaboradores (1998), os computadores têm revolucionado a Educação em Química pelos seguintes motivos:

*“Os computadores atraem e motivam os estudantes a aprender; aumentam a produtividade e eficiência dentro de um laboratório; a exploração e a experimentação em laboratórios podem ser encorajadas através do computador; aumenta-se a capacidade de compreensão e memorização; o aprendizado visual é intensificado; o computador permite aos estudantes a aprendizagem e o desenvolvimento auto-didático; o uso do computador em problemas simples pode ser estendido ao laboratório, podendo-se ainda propor algo mais complexo após o aprendizado do mais simples; o computador é um forte aliado na visualização dos conteúdos abstratos e de reações químicas potencialmente perigosas, cuja realização seria inviável num laboratório escolar; os computadores, ao fazerem parte do ensino escolar, preparam os alunos para o mercado de trabalho.”* (p.6)

É importante frisar que o computador não será capaz de substituir a pesquisa e a aula de laboratório. Além do efeito visual propriamente dito, existem outras habilidades e procedimentos que estão relacionadas à pesquisa científica que só podem ser proporcionadas por uma vivência prática.

O ensino da Química mediado por computador pode ser realizado através de tutoriais, uso de multimídia e Internet, desenvolvimento de multimídia ou páginas na Internet, simulação e modelagem, além de jogos. Segundo Eichler e Del Pino (1988), a abordagem cognitivista se manifesta nos programas que possuem técnicas de simulação, modelagem e jogo. Nesta abordagem, a construção do conhecimento é contínua e caracterizada por formação de novas estruturas mentais que não existiam no indivíduo anteriormente. O aluno aprende por si próprio a conquistar as verdades, informações, modelos, através da aquisição de instrumental lógico-racional. O objeto é assimilado e associado a esquemas mentais, baseando-se no ensaio-erro, na pesquisa, na investigação e na solução de problemas.

Vieira (2001) acrescenta que os programas de modelagem, simulação e de bases de dados permitem uma interatividade maior entre usuário e o conhecimento, o que pode possibilitar ou facilitar uma aprendizagem significativa dos conteúdos químicos.

Os programas de simulação permitem destacar aspectos específicos do conteúdo abordado e orientar a tomada de decisões em experimentos, situações que favorecem muito a compreensão dos conceitos da disciplina. Os softwares de modelagem exploram uma enorme potencialidade do computador que é possibilitar aos alunos a construção de modelos. A possibilidade de se testar novos modelos, compará-los com modelos antigos e modificá-los é uma das grandes vantagens das tecnologias atuais. Assim, é possível estabelecer um novo paradigma de relacionamento entre aluno e conhecimento químico, superior ao atingível por livros, apostilas ou através da aula expositiva tradicional. Contudo, a participação do professor é fundamental neste processo.

Para trabalhar com um software de simulação ou modelagem, é importante o professor procurar evitar que o aluno ache que o mundo real pode ser sempre simplificado e controlado de

---

forma semelhante aos programas de simulação. O objetivo é criar condições para o aluno fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real.

Eichler e Del Pino (1988) citam Lévy que, 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, pois:

*"...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". (p.5)*

O trabalho de Eichler e Del Pino (2000) mostra que um software não funciona automaticamente como desencadeador do processo de aprendizagem. O sucesso do software em promover a aprendizagem depende de sua integração com o currículo e às atividades de sala de aula.

Dentro desta perspectiva, apresentamos um trabalho cujo objetivo foi desenvolver um software educacional de simulação e avaliação para servir como ferramenta de apoio ao aprendizado dos conceitos relativos à titulação ácido-base, facilitando o processo de ensino-aprendizagem deste tópico importante e complexo do programa de Química do Ensino Médio e Superior. Depois de sua implementação, o software foi analisado por professores de Química e aplicado em quatro turmas de segunda série do Ensino Médio do Instituto de Aplicação da UERJ cujos resultados também são aqui divulgados.

### **3. O Software Titulando 2004**

O software Titulando 2004 foi desenvolvido como Projeto Final do curso de graduação em Informática da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ (Souza, Rapello e Ayres, 2004). Ele simula o procedimento de titulação ácido-base, tendo como objetivo prático determinar a concentração molar de uma solução desconhecida. Além da simulação propriamente dita, foram incluídos no software: as instruções de uso, uma proposta educacional para sua utilização e um resumo teórico do procedimento. Trata-se de um software útil para o ensino do procedimento, permitindo ainda ao professor utilizá-lo como ferramenta auxiliar na avaliação da aprendizagem dos alunos. No caso de uso do software para avaliação, pode-se imprimir, durante ou após a titulação, um Relatório de Avaliação do Experimento, onde o aluno deve apresentar a equação química correspondente à análise efetuada, os dados da titulação, os cálculos para se determinar concentração em quantidade de matéria da amostra desconhecida e convertê-la em outras unidades de concentração.

O uso do software visa diminuir as dificuldades apresentadas pelos alunos em aprender o tópico titulação, pois muitas vezes eles não conseguem perceber o significado ou a validade do que estão estudando. A contextualização do procedimento sinaliza sua importância nos trabalhos científicos, despertando o interesse e a motivação do aluno. O professor participa ativamente da contextualização do conteúdo ao mostrar que estes procedimentos simulam uma análise laboratorial em que, por exemplo, um analista realiza o controle de qualidade de um produto alimentício para verificar se a composição informada em sua embalagem está correta e de acordo com o permitido pela legislação vigente. O aplicativo pode ser utilizado da seguinte forma:

a) O professor configura uma titulação sem a presença do aluno (figura 1). Os dados da instituição de ensino, disciplina e nome do professor são opcionais, pois servem apenas para o preenchimento automático do Relatório de Avaliação do Experimento. Deve-se escolher o tipo

de titulação, a solução titulante, a solução a ser titulada (“amostra desconhecida”) e suas concentrações.

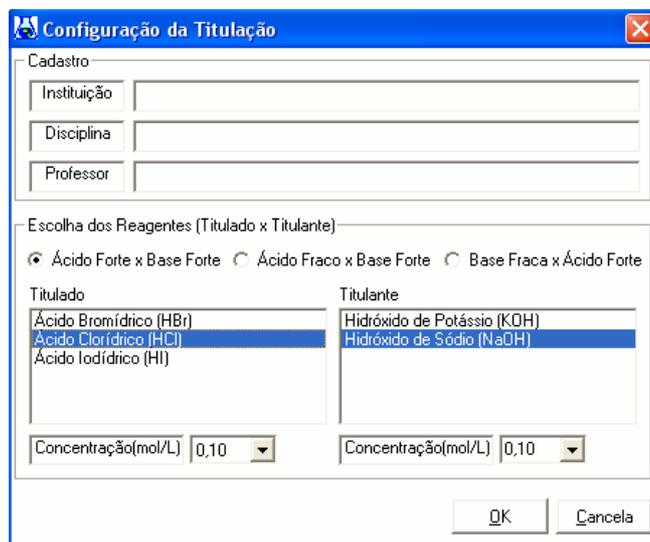


Figura 1 – Configuração da titulação.

b) Após a configuração realizada pelo professor, o aluno é chamado para realizar sua análise, acionando a torneira da bureta com o mouse. O professor deve indicar ao aluno a melhor velocidade de titulação para que o ponto de equivalência, momento em que o indicador troca de cor, seja visualizado (figura 2).

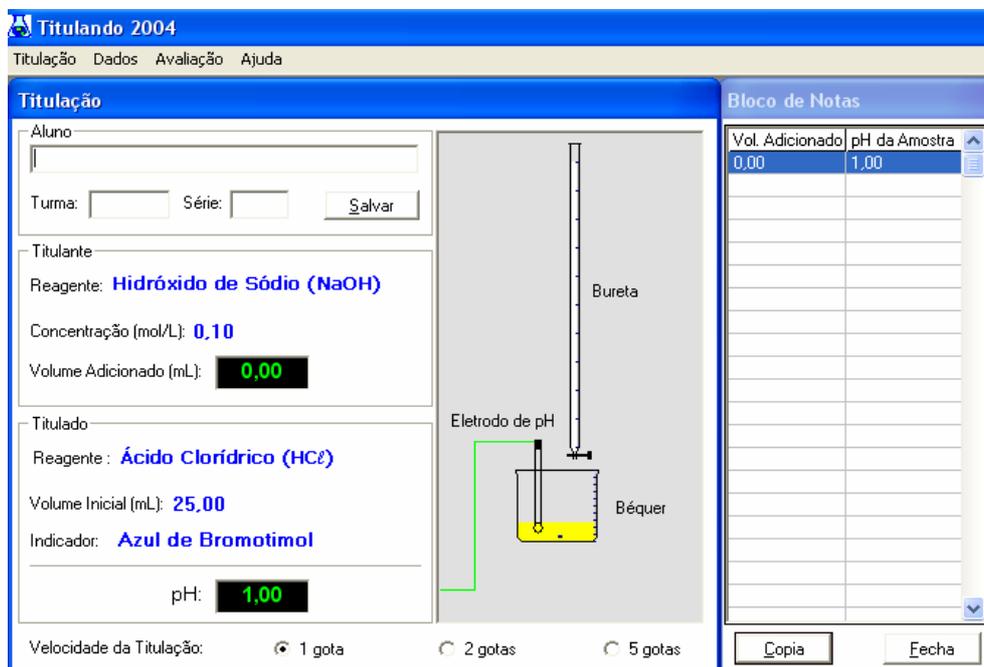


Figura 2 – Tela de titulação.

O software só permite que a titulação seja realizada após o aluno digitar e salvar seus dados. Esses dados são úteis para o preenchimento automático do Relatório de Avaliação do Experimento e para o professor conferir posteriormente as informações relativas ao procedimento efetuado.



---

Existem outras formas de utilizar o software, tais como: demonstrar o procedimento durante a aula teórica, caso não seja possível utilizar o laboratório de informática; apresentar rapidamente a teoria envolvida e permitir que os alunos façam várias análises, aprimorando e aplicando o conteúdo; desafiar os alunos a descobrirem o motivo pelo qual nem todas as reações ácido-base possuem o ponto de equivalência em pH neutro.

O software pode ser uma ferramenta importante na construção de conhecimentos e na aprendizagem colaborativa. Os alunos de uma turma podem ser divididos em grupos e realizar uma análise de cada tipo de titulação, construindo seus gráficos característicos. A partir destas atividades, o professor solicita aos alunos uma pesquisa sobre o tema, realizando conclusões a respeito das diferentes formas dos gráficos, dos pontos de equivalência, da função do indicador ácido-base, e das equações químicas e matemáticas empregadas para compreender os experimentos.

Convém ressaltar que é fundamental o papel do professor como orientador e mediador no uso do software. O software foi desenvolvido com o objetivo de ser uma ferramenta desafiadora para a construção do conhecimento, um auxiliar no trabalho de ensino-aprendizagem ou como meio de avaliação do conteúdo já previamente apresentado aos alunos.

#### **4. Resultados e Avaliações**

O software educacional deve apresentar uma proposta de ensino que possua um objetivo educacional pré-definido e que busque auxiliar a aprendizagem de conteúdos e habilidades, através da utilização de uma interface informatizada. A qualidade e a eficácia de um software educacional não são medidas facilmente por dados quantitativos, em virtude dos diversos domínios do comportamento humano envolvidos no processo.

Silva (1998) menciona que:

*“existem instrumentos oficiais e não oficiais que estabelecem normas, critérios, recomendações e requisitos para avaliação da qualidade de software, tanto no desenvolvimento do projeto quanto de produto. Contudo, para a avaliação da qualidade de um software educacional, a análise é mais complexa, porque ultrapassa os padrões e técnicas, acrescentando e englobando elementos de natureza pedagógica de múltiplas dimensões, ao lado de questões ideológicas e psicológicas.”*

Visando avaliar sua adequação às necessidades de seus usuários – professores e alunos, o software foi testado em quatro turmas de segunda série do Ensino Médio do Instituto de Aplicação da UERJ com 25 alunos em média, e analisado por professores baseando-se nos critérios de avaliação apresentados por Gladcheff (2001; 2004).

##### **4.1. Avaliações de Professores**

Foram realizadas avaliações com oito professores de colégios públicos e particulares. Todos os professores disseram que o software é de fácil instalação, as funções disponíveis são suficientes para realizar as tarefas para as quais o software se propõe, e o software não apresentou falhas durante sua utilização. Eles gostaram da proposta educacional apresentada e confirmaram que o mesmo atende aos objetivos que eles pretendem alcançar.

O tipo de interface utilizada pelo software e a quantidade de informação colocada em cada tela foram citadas como adequadas à faixa etária a que se destina. As representações, as orientações e as informações contidas na interface (ícones, menus, etc.) foram consideradas fáceis de serem reconhecidas pela maioria dos professores, contudo dois deles comentaram que a ausência de uma barra de ferramentas dificulta um pouco a busca pelas funcionalidades do software. Segundo os avaliadores, a presença de um sistema de ajuda e de uma base de dados

---

com conhecimentos sobre o procedimento de titulação valorizaram muito a qualidade do programa.

Os professores consideraram que a relação da simulação com a realidade é a mais próxima possível do real, apresentando as seguintes sugestões de melhoria: os materiais usados poderiam ser desenhados em três dimensões; a bureta deveria ter um suporte; o volume gasto de titulante deveria ser lido na própria bureta; seria mais apresentável a inclusão de um medidor de pH com display e o bécher poderia ser trocado por um erlenmeyer, que é o mais adequado para o procedimento.

Todos mencionaram que o software está de acordo com as convenções e definições relacionadas à Química. Na opinião destes professores, ele valoriza o trabalho cooperativo e o intercâmbio de idéias como fonte de aprendizagem, mas enfatizaram que a parceria entre o professor e o software é de grande importância no sucesso do uso da informática no cotidiano escolar.

Citaram ainda que o software pode ajudar o desenvolvimento no aluno da capacidade de avaliar criticamente informações e opiniões que admitem uma análise química. Pode auxiliar também na proposição de estratégias de verificação de resultados pelo aluno e, além disto, ele apresenta e/ou aceita diferentes métodos e processos na resolução de um problema, a fim de que o aluno os compare e analise semelhanças e diferenças entre eles. O principal destaque apresentado foi o fato de o software possibilitar a motivação do interesse do aluno pelo assunto a ser trabalhado.

#### **4.2. Avaliações de Alunos**

Para realizar o trabalho com os alunos, dividimos cada turma em dois grupos. Na primeira semana, uma metade foi para o laboratório de Informática e a outra metade foi para o laboratório de Química realizar o mesmo procedimento, só que usando reagentes e materiais reais. Na semana seguinte, efetuamos a troca dos grupos. No laboratório de Informática, os estudantes utilizaram o software visando fixar de forma prática e lúdica o conteúdo já apresentado em sala de aula. Eles se organizaram em duplas e realizaram análises com diferentes soluções e concentrações. Após os experimentos, cada dupla preencheu o Relatório de Avaliação do Experimento e o questionário para avaliar a qualidade do software .

Uma das perguntas do questionário aplicado foi o que mais motivou o aprendizado do procedimento de titulação: o uso do software, o trabalho no laboratório de Química ou o ensino em sala de aula. Os alunos poderiam marcar mais de uma resposta.

Das marcações efetuadas pelos alunos que primeiro realizaram o procedimento no computador e depois no laboratório de Química, 31,3 % eram para o software e laboratório de Química, 43,8 % eram somente para o laboratório de Química, 15,6 % somente para o uso do software, e apenas 9,3 % para as três opções, incluindo a sala de aula.

Das marcações efetuadas pelos alunos que primeiro realizaram o procedimento no laboratório de Química e depois no computador, 57,1 % eram para o software e laboratório de Química, 25,0 % eram somente para o uso do software, 17,9 % somente para o laboratório de Química, e nenhuma para a sala de aula.

Pode ser que a atividade realizada por último por determinado grupo de alunos tenha influenciado mais nos percentuais. Considerando os dados gerais, 52,2 % das marcações eram para o trabalho no Laboratório de Química, 44,5 % para o uso do software, e apenas 3,3 % para a sala de aula.

Após a correção dos Relatórios de Avaliação do Experimento preenchidos pelos alunos, verificou-se que 80% receberam o grau máximo, enquanto os outros perderam alguns décimos

---

por erros de cálculo.

Os alunos compreenderam bem o objetivo principal do software, apontando inclusive com correção como o software funciona. Citaram que o tipo de interface utilizada é adequado e agradável ao uso, mas observaram que a ausência de uma barra de ferramentas dificulta um pouco o encontro de suas funcionalidades.

Noventa e dois por cento dos alunos disseram que o software Titulando 2004 é uma boa simulação do experimento de laboratório, enquanto os outros comentaram sobre a necessidade de algumas melhorias, tais como imagens em três dimensões, som e a inclusão das gotas que deveriam sair da bureta.

Noventa e cinco por cento dos alunos citaram que o software motivou o interesse e possibilitou a compreensão de que o assunto abordado explora um conhecimento químico que faz parte ou é importante para a sua vida cotidiana.

## 5. Conclusões

Conforme apresentado, é fácil concluir que a utilização de computadores em aulas de Química no Ensino Médio é viável considerando-se o conteúdo da disciplina, a capacitação de professores e a adequação dos recursos de informática disponíveis.

Os resultados das avaliações de professores e alunos presentes neste trabalho são muito positivos, nos levando a concluir que o software educacional produzido neste projeto é um poderoso instrumento para o processo ensino-aprendizagem da Química, podendo inclusive suprir as necessidades em condições materiais pouco favoráveis, comuns nas escolas públicas.

Os percentuais gerais das respostas dos alunos nos questionários mostraram que ambientes de aprendizado diferentes de sala de aula devem ser cada vez mais utilizados pelos professores e que o computador é uma ferramenta importante para dinamizar as aulas e beneficiar efetivamente a aprendizagem dos alunos. É importante ressaltar que, e os alunos confirmaram isso em suas avaliações, apesar de o computador ser uma motivação a mais e servir para a simulação de experimentos da Química, ele não substitui as atividades de laboratório, mas complementa eficientemente o trabalho experimental e o ensino dos conteúdos da disciplina.

O software Titulando 2004 foi elogiado por todos os avaliadores, mas ainda necessita de algumas melhorias de interface, conforme observações feitas pelos professores e alunos que tiveram a oportunidade de contribuir com suas avaliações.

## 6. Referências Bibliográficas

- CANIATO, R., Com Ciência na Educação. São Paulo: Papirus, 1989.
- DALLACOSTA, A., FERNANDES, A. M. R., BASTOS, R. C. Desenvolvimento de um Software Educacional para o Ensino de Química Relativo à Tabela Periódica, *IV Congresso RIBIE*, Brasília 1998, disponível em: <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/160.html>, acesso em 12 ago. 2003.
- EICHLER, Marcelo L., DEL PINO, José C. Modelagem e Implementação de Ambientes Virtuais de Aprendizagem em Ciências, *IV Congresso RIBIE*, Brasília, 1988, disponível em: <http://www.c5.cl/ieinvestiga/actas/ribie98/129.html>, acesso em: 12 ago. 2003.
- EICHLER, Marcelo L., DEL PINO, José C. Computadores em Educação Química: Estrutura Atômica e Tabela Periódica, *Química Nova*, v. 23, n. 6, p. 835 – 840, 2000.
- GLADCHEFF, Ana Paula, SANCHES, Rosely, SILVA, Dilma M. Um Instrumento de Avaliação de Qualidade de Software Educacional: como elaborá-lo, In: *VIII WORKSHOP DE*

- 
- QUALIDADE DE SOFTWARE - Simpósio Brasileiro de Engenharia de Software*, 2001, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro, 2001.
- GLADCHEFF, Ana P. Um Instrumento de Avaliação para Produto de Software Educacional de Matemática Direcionado ao Ensino Fundamental, disponível em: <http://www.ime.usp.br/dcc/posgrad/teses/anapaula/pedagogicas.html>, acesso em: 10 mar. 2004.
- GIORDAN, Marcelo. O Papel da Experimentação no Ensino das Ciências, *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 43 - 49, nov., 1999, disponível em: [www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/pdf/n10/pesquisa.pdf](http://www.foco.lcc.ufmg.br/ensino/qnesc/pdf/n10/pesquisa.pdf), acesso em: 12 ago 2003.
- MELEIRO, Alessandra, GIORDAN, Marcelo. Hipermissão no Ensino de Modelos Atômicos, *Química Nova na Escola*, n. 10, p. 17-20, nov., 1999.
- MORTIMER, E.F., MACHADO, A.H., ROMANELI, L.I. A Proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: Fundamentos e Pressupostos, *Química Nova*, 23, 2, 273-283, 2000.
- SILVA, Cassandra R. O. Bases Pedagógicas e Ergonômicas para Concepção e Avaliação de Produtos Educacionais Informatizados, 1998, *Tese de Mestrado* - Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998, disponível em: <http://www.eps.ufsc.br/disserta98/ribeiro>, acesso em: 10 mar. 2004.
- SOUZA, Marcelo Pinheiro de, MERÇON, Fábio. A Química na Oitava Série do Ensino Fundamental, In: *II SIMPÓSIO EDUCAÇÃO E SOCIEDADE CONTEMPORÂNEA: Desafios e Propostas*, 2003, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro : Instituto de Aplicação Fernando Rodrigues da Silveira. , 2003. 1CD.
- SOUZA, Marcelo Pinheiro de, RAPELLO, Cláudio Nobre, AYRES, Antônio César Sgarbi Desenvolvimento de um Software de Avaliação do Aprendizado para o Ensino de Química Relativo à Titulação Ácido-Base, 2004, *Relatório do Projeto Final (Graduação)* – Departamento de Informática e Ciência da Computação - Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2004 (unpublished), 107 p.
- USBERCO, João, SALVADOR, Edgard. *Experimentos de Química*, 1ª edição, Ed. Saraiva, 2002.
- VIEIRA, Sérgio Lontra. Contribuições e limitações da Informática para a Educação Química, QMCWEB, Ano 2, n. 45, Florianópolis, 2001, disponível em: [http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/informatica\\_ensino.html](http://www.qmc.ufsc.br/qmcweb/artigos/colaboracoes/informatica_ensino.html), acesso em: 10 ago. 2003.