

# ESTUDO DAS QUALIDADES PEDAGÓGICAS DOS PROGRAMAS CONQUEST E MERCURY VISANDO BENEFÍCIOS PARA O ENSINO DE QUÍMICA NO NÍVEL SUPERIOR

## THE USE OF SOFTWARES IN THE TEACHING OF CHEMISTRY: EVALUATION OF CONQUEST AND MERCURY

Fábio Batista do Nascimento<sup>1</sup>

Antonio Carlos Chaves Ribeiro<sup>2</sup>, Javier Ellena<sup>3</sup>, Salete Linhares Queiroz<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo Paulo/Instituto de Química de São Carlos, fabion@iqsc.usp.br

<sup>2</sup> Universidade São Paulo Paulo/Instituto de Química de São Carlos, ribeiro@iqsc.usp.br

<sup>3</sup>Universidade São Paulo Paulo/Instituto de Física de São Carlos, javiere@if.sc.usp.br

<sup>4</sup> Universidade São Paulo Paulo/Instituto de Química de São Carlos, salete@iqsc.usp.br

### Resumo

Nas últimas décadas os computadores têm desempenhado importante papel no ensino. Neste trabalho apresentamos resultados obtidos a partir de uma atividade que serviu para avaliar dois programas computacionais que integram uma importante fonte de pesquisas em química, o Banco de Dados Cambridge Structural Database (CSD): ConQuest, utilizado para realização de buscas no CSD e Mercury, utilizado para a visualização de estruturas cristalográficas. O CSD apresenta informações sobre aproximadamente 300.000 estruturas cristalográficas de compostos orgânicos e organometálicos. O Classroom ConQuest, que é uma versão do ConQuest construída para utilização em ambientes de ensino, possui um banco de dados reduzido com cerca de 11.300 estruturas. Os programas foram avaliados por alunos de graduação em química. Os questionários de avaliação foram respondidos pelos alunos e mostraram que os programas podem auxiliar no entendimento de conteúdos da química.

**Palavras-chave:** computadores, ensino superior, química.

### Abstract

For a few decades now, computers have played an increasing role in education. In this work we present the main results from an activity carried out to evaluate two programs that compose an important source in chemistry, the Cambridge Structural Database (CSD): ConQuest, for searching CSD, and Mercury, for visualizing crystal structures. The CSD contains details of approximately 300,000 published organic and organometallic crystal structures. Classroom ConQuest is a version of ConQuest, which has been designed for group teaching activities and used in this work, comes with a reduced database of 11,300 entries. The programs were evaluated by undergraduate chemistry students. Evaluation questionnaires were answered by the students, showing the programs to be a valuable aid for content comprehension. up to

**Keywords:** computer-based learning, higher education, chemistry.

## INTRODUÇÃO

Registros sobre o uso de recursos computacionais no ensino superior de química não são recentes, encontrando-se menções a respeito já na década de sessenta (Casanova e Weaver, 1965). Tais registros vêm crescendo substancialmente nos últimos anos, de tal forma que algumas revistas reputadas na área de educação em química dedicam seções exclusivamente ao assunto, como se verifica no *Journal of Chemical Education*, com a seção Information • Textbooks • Media • Resources (JCE Webware). A partir da análise de artigos publicados em tais revistas fica patente a utilização desses recursos em várias etapas do processo educacional, nas diversas áreas da química, visando o aprimoramento de habilidades importantes para a formação do graduando. Neste trabalho temos como objetivo apresentar resultados preliminares sobre a potencialidade de um recurso computacional que tem sido pouco explorado para o aprimoramento do ensino superior de química: o Banco de Dados Cambridge Structural Database – CSD. Nesta breve introdução apresentamos uma visão geral do uso de recursos computacionais no ensino de química e fazemos referência a aspectos relevantes do Banco de Dados CSD.

Dentre as etapas do processo educacional em que os recursos computacionais podem ser utilizados, destaca-se na literatura o uso de computadores durante a ministração de aulas teóricas. Whitnell e colaboradores (1994) apontam como principais vantagens que podem vir a resultar de tal emprego, a apresentação de conceitos, figuras, gráficos e esquemas de formas não acessíveis em aulas limitadas apenas à utilização do quadro-negro e o provável maior interesse dos estudantes no assunto, devido à natureza estimulante da própria aula. Com relação às aulas práticas de química, elas podem ser também beneficiadas através da utilização de recursos computacionais que venham a permitir, por exemplo, a realização de simulações de experimentos pelos alunos (Glendening e Kansanaho, 2001; Toby e Toby, 1999). Em particular, quando a realização do trabalho prático é perigoso ou necessita de um tempo considerável para execução, a simulação é extremamente útil. De forma semelhante, a utilização de programas de simulação para estudo de técnicas experimentais avançadas é valiosa, pois evita a necessidade de uso de equipamentos caros e normalmente inacessíveis ao aluno. Muitos exemplos desse tipo são mencionados na literatura, podendo-se aqui destacar os trabalhos desenvolvidos por Masson (1996) e por Boodts e colaboradores (1988), com relação às técnicas de raios-X de difração de pó e voltametria cíclica, respectivamente.

O processo que costuma suceder à aula, que é a etapa de estudos da matéria ministrada e realização de exercícios, também pode vir a ser aprimorada através do uso de computadores. Uma enorme gama de informações sobre diversos tópicos da química encontra-se à disposição dos estudantes via Internet e pode vir a ser explorada. Estudos dirigidos, também via Internet, conduzidos pelo professor responsável pela disciplina através da disponibilização de listas de exercícios e de outras informações relevantes para os alunos são também correntes. Via de regra, os objetivos buscados com o emprego de recursos computacionais nas disciplinas de química e nos cursos de química em geral estão centrados na busca de um melhor entendimento dos assuntos ministrados através da introdução, em aulas teóricas e práticas, de recursos de multimídia que proporcionem maior interatividade, estímulo e compreensão dos conceitos, assim como através da utilização de softwares que permitam a simulação de experimentos, a visualização de moléculas, átomos e íons em 3 dimensões, a representação gráfica de funções  $X(Y)$  e as relações entre modelos matemáticos e os conceitos químicos a eles associados.

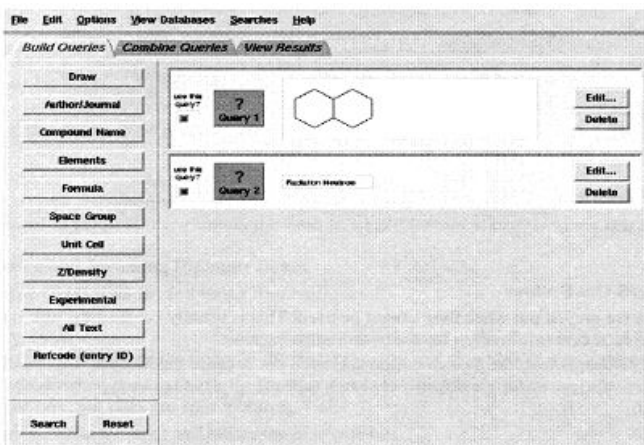
## O Banco de Dados Cristalográfico CSD

O Banco de Dados Cristalográfico CSD é mantido pela Universidade de Cambridge e contém o resultado de aproximadamente 300000 estruturas cristalográficas de compostos orgânicos e organometálicos analisadas (Ribeiro, 2000). A sua modalidade destinada ao uso pedagógico, utilizada nesta pesquisa, apresenta 11300 estruturas solucionadas e pode ser instalada em tantos computadores do tipo PC destinados ao ensino, quantos sejam necessários, desde que a instituição possua pelo menos uma licença oficial para utilização do CSD. A licença para utilização do banco pode ser adquirida, gratuitamente, para instituições acadêmicas da América Latina junto ao Consejo Superior de Investigaciones Científicas, com sede na Espanha.

A base de dados CSD é formada por um grupo de programas usados para o estudo de estruturas moleculares que trabalham em conjunto com um programa de busca chamado ConQuest e desempenham várias funções. A utilização do CSD pelos alunos pode ser resumidamente aqui definida como se constituindo em 2 passos básicos capazes de os auxiliar na resolução de diversos tipos de problemas propostos pelo professor: 1) O primeiro deles seria a utilização do programa de busca ConQuest, que o habilitaria a localizar dentro do banco de dados estruturas cristalográficas de moléculas do seu interesse ou segundo a orientação do professor (a busca pode ser feita tomando por base o nome do composto, a sua fórmula química, informações cristalográficas, informações bibliográficas, entre outras opções); 2) O segundo passo seria a utilização pelo aluno do programa Mercury, que permite a visualização detalhada da estrutura molecular localizada no programa de busca ConQuest e a sua exploração e manipulação na busca da resolução de problemas propostos pelo professor. A visualização tridimensional das moléculas em estudo e também a capacidade de desenvolvimento da análise das ligações químicas nelas presentes são extremamente valiosas para a compreensão de vários aspectos relevantes da química. A apresentação mais detalhada dos programas acima mencionados é feita a seguir.

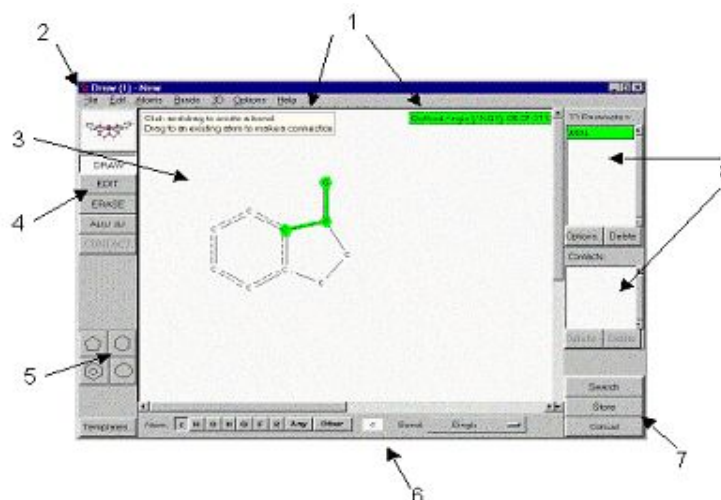
### ConQuest

O programa ConQuest é responsável pela procura e obtenção das informações contidas na base de dados CSD. Essas pesquisas podem ser feitas através de informações gerais (numéricas/texto). O ConQuest apresenta a seguinte interface ao usuário:



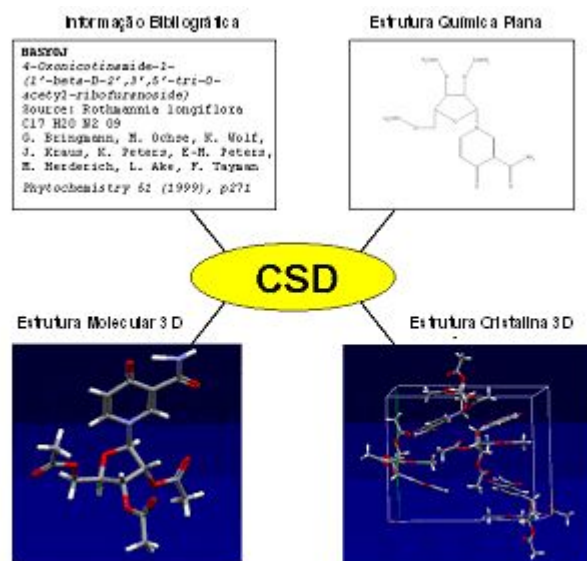
**Figura 1:** A ilustração mostra como é a interface do programa ConQuest ao usuário do CSD. É mostrado na figura o menu ao lado esquerdo com as caixas de diálogo com as quais criam-se as entradas para a procura.

As caixas de diálogo da figura acima, permitem os seguintes caminhos de busca a partir: ♦do nome do composto; ♦da fórmula química do composto; ♦dos elementos químicos que constituem o composto ♦das referências bibliográficas que mencionam o composto; ♦do grupo espacial do composto; ♦dos parâmetros da cela unitária do composto; ♦ da densidade do composto; ♦ do desenho de um fragmento molecular presente na estrutura do composto. Para cada uma dessas entradas, é montado um “*Query*” (pesquisa) onde ficam armazenados os dados que serão lidos pelo programa. A Figura 1 mostra 2 *Queries* que também podem ser combinados produzindo um único resultado, gerando pesquisas mais avançadas e específicas. Um recurso muito utilizado para a procura por estruturas é o desenho do fragmento molecular. A caixa de diálogo dessa opção é a chamada “*Draw*” (desenho), mostrada na Figura 2. A Figura 2 mostra também quais são os principais recursos do *Draw*.



**Figura 2: Interface da janela Draw para procura no CSD. Em: 1- mensagens de ajuda; 2 - menu principal; 3 - área de desenho; 4 - botões de modo; 5 - auxílio para desenho com modelos prontos; 6 - área para mudança de elemento químico e tipo de ligação; 7 - botões que comandam a pesquisa; 8 - área reservada para mostrar os parâmetros que estão sendo calculados pelo programa, como distâncias e/ou ângulos.**

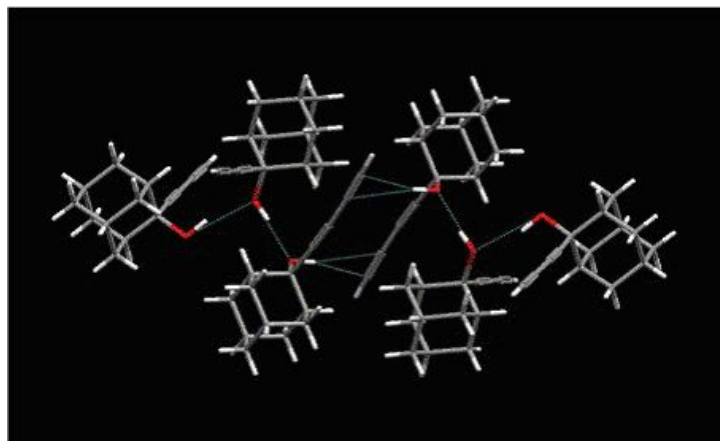
Podemos ilustrar com o esquema apresentado na Figura 3 as informações que a base de dados, através do programa ConQuest, pode fornecer.



**Figura 3:** A base de dados fornece ao usuário as informações mostradas no esquema acima. Em primeiro lugar, toda informação bibliográfica. Depois, as informações químicas, com a estrutura representada no plano. É também obtida a estrutura tridimensional da molécula, com todos os seus parâmetros geométricos, e por fim tem-se a estrutura cristalina em 3 dimensões, que contém todas as informações cristalográficas sobre o composto, inclusive condições experimentais de coleta de dados para sua resolução.

## Mercury

O programa Mercury possibilita o estudo e visualização da estrutura cristalina. Entre as facilidades para visualização da estrutura cristalina em 3 dimensões, estão: ♦ grande número de possibilidades de visualização de estruturas, variedade de cores e estilos; ♦ é possível constatar a existência de ligações do tipo pontes de hidrogênio, além de outros tipos de interações intermoleculares tanto fortes quanto fracas; ♦ a visão é expansível para um fragmento da rede, permitindo assim uma melhor observação das interações intermoleculares; ♦ visualiza-se o número e a posição das estruturas dentro da cela unitária; ♦ medição de parâmetros geométricos. A Figura 4 mostra um exemplo de saída gerada pelo programa Mercury.



**Figura 4:** Duas unidades assimétricas obtidas pela pesquisa no CSD, via programa ConQuest, visualizadas no programa Mercury.

## METODOLOGIA DE COLETA E ANÁLISE DOS DADOS

Conforme mencionamos anteriormente, o presente trabalho foi realizado com o intuito de promover um estudo sobre as potencialidades pedagógicas dos programas ConQuest e Mercury. Para tanto, 60 calouros de um curso de Bacharelado em Química de uma universidade estadual paulista receberam um manual de instruções sobre a utilização dos programas, assistiram a um tutorial e resolveram problemas cujas resoluções eram alcançadas unicamente via Banco de Dados CSD. Após a resolução dos problemas os alunos responderam a 2 questionários de avaliação dos programas (1 para cada programa). Cada um dos questionários possuía 24 afirmações, sendo as 3 primeiras relacionadas mais estreitamente à natureza de cada um dos programas e as restantes, de caráter geral, aplicáveis aos 2 programas.

Tanto a elaboração dos questionários, quanto a análise dos resultados obtidos a partir da aplicação dos mesmos foram realizadas tomando como referencial teórico o trabalho de Behar (1993) que sugere uma metodologia para avaliação de programas educacionais, no que diz respeito à Qualidade Pedagógica, e considera aspectos como a *motivação* e *as atitudes* do aluno durante a utilização do programa. A atenção/dispersão do aluno para a realização de uma tarefa, que pode ser evidenciada por suas decisões de parar (ou não) constantemente um projeto/tarefa em desenvolvimento no computador, encontra-se relacionada ao item *motivação*. Também relacionados ao item *motivação* estão a flexibilidade do aluno nos trabalhos com o programa e o seu interesse na utilização dos mesmos. A flexibilidade refere-se à adequação que o aluno faz do uso do computador frente a uma necessidade e o interesse é um estado de motivação que guia o comportamento em uma certa direção ou para satisfazer certos objetivos. Particularmente, no computador, este último aspecto é demonstrado através da necessidade que o aluno tem em conhecer os comandos, experimentar o desconhecido, buscando informações, manuseando o equipamento e o sistema. No que diz respeito ao item *atitudes*, cabe colocar que atitude é a reação afetiva, maior ou menor, em direção a uma proposição ou a um determinado objeto concreto ou abstrato. As atitudes dos sujeitos da pesquisa, com relação ao uso dos programas, que serão investigadas são as seguintes: autonomia/dependência (a autonomia é um comportamento do indivíduo no qual ele manifesta sua capacidade de auto governar-se. Obedece as leis que formulou para si mesmo ou aquelas cujo valor compreendeu e aceitou. Por outro lado, encontra-se o conceito de dependência, onde o indivíduo sente necessidade de ser governado e orientado); iniciativa/falta de iniciativa (a iniciativa é considerada a habilidade de tomar as próprias decisões, agir por si só. No uso do computador, o aspecto da falta de iniciativa é evidenciado por atitudes de espera em relação ao que fazer, como proceder, entre outras coisas); satisfação/insatisfação (a satisfação se reflete através de um estado de prazer e/ou bem-estar. No caso da programação, este aspecto pode ser evidenciado por gestos ou verbalização em relação ao trabalho realizado); segurança/insegurança (no uso do computador, a insegurança pode se manifestar pelo receio de experimentar, pelo medo de errar); desinibição/retraimento (no uso do computador, a desinibição é evidenciada pela curiosidade em experimentar, realizar, executar tarefas explorando comandos de forma independente. Por outro lado, o retraimento é um estado de bloqueio mental e/ou comportamental frente ao agir); descontração/tensão (a descontração evidencia-se pelo fato do indivíduo se sentir à vontade frente a qualquer situação, durante a utilização do sistema em questão. A tensão nada mais é que a condição de ansiedade e intranqüilidade).

Ainda no contexto da avaliação da Qualidade Pedagógica dos programas ConQuest e Mercury, e fazendo uma adaptação da proposta de Behar (1993) para a realidade do trabalho aqui apresentado, foram analisadas respostas dos alunos relacionadas especificamente a questões que

dizem respeito ao desenvolvimento de habilidades na área de química, como aprimoramento de visão espacial e compreensão de conceitos relacionados a conteúdos desta área.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Avaliação dos Programas Classroom ConQuest e Mercury

Como instrumentos de coleta de dados foram usados os 2 questionários acima mencionados. A partir da análise das respostas dadas aos questionários serão destacados os aspectos dos programas avaliados positiva e negativamente pelos usuários. Desta forma, são adquiridos indícios sobre a viabilidade do seu uso no meio educacional.

Os dados resultantes da aplicação dos questionários, de uma forma geral, foram distribuídos segundo a ocorrência das alternativas escolhidas nas questões. Este tipo de tratamento tem como principal meta fornecer parâmetros genéricos de análise e indicar tendências gerais apresentadas pelos alunos.

Os questionários são compostos por 24 afirmações, cabe ressaltar que ambos diferem apenas nas 3 primeiras. Assim, abaixo encontram-se elencadas estas 3 primeiras afirmações para cada um dos programas e, em seguida, as demais.

- Afirmações presentes apenas no questionário de avaliação do programa Classroom ConQuest:

- 1) O programa me ajudou a desenvolver noções que posso utilizar para fazer buscas em outras bases de dados.

- 2) O programa me permite localizar a informação que necessito rapidamente.

- 3) Através do programa aprendi como fazer buscas por referências bibliográficas.

- Afirmações presentes apenas no questionário de avaliação do programa Mercury:

- 1) A utilização do programa melhorou a minha habilidade de visualização espacial.

- 2) A possibilidade de medidas de ângulos e comprimentos de ligação oferecida pelo programa podem favorecer a minha compreensão de conceitos de química.

- 3) A visualização das moléculas em 3 dimensões pode permitir uma melhor compreensão de conceitos de química.

- Afirmações presentes nos questionários de avaliação dos programas Classroom ConQuest e Mercury:

- 4) O programa me forneceu informações que me ajudaram a melhorar o meu conhecimento sobre química.

- 5) É muito estimulante utilizar o programa.

6) O programa me proporcionou a oportunidade de poder aprender e me exercitar de forma ininterrupta, até eu me sentir satisfeito com as respostas.

7) Em alguns momentos perdi a motivação de continuar trabalhando com o software, pois não é fácil de usá-lo.

8) Achei que o uso deste software estimula o estudante na sua aprendizagem.

9) A utilização deste tipo de recurso tem vantagens sobre textos.

10) Este programa não me trouxe nada de novo e motivador.

11) O que aprendi com o programa tem pouco uso prático.

12) Não gostei do que aprendi com este programa.

13) O programa me permitiu fazer exercícios muito significativos.

14) O nível de exigência do programa é muito alto.

15) NÃO foram suficientes as minhas noções computacionais para poder explorar o programa e suas potencialidades.

16) A aprendizagem proporcionada pelo programa foi válida.

17) O software é de fácil manuseio.

18) As cores utilizadas no programa mantêm a atenção do aluno.

19) As letras utilizadas são fáceis de ler.

20) As janelas e os menus descendentes me deixavam confuso.

21) Gostei da forma como é apresentado o programa.

22) O programa apresenta muitas informações por tela.

23) Gostei de aprender a trabalhar com recursos e técnicas que anteriormente não tinha trabalhado.

24) Gostaria de participar novamente de experiências e utilizar materiais educacionais computadorizados direcionados a disciplinas de química.

A partir das respostas dadas pelos estudantes a essas questões, foi possível elaborar as Tabela 1 e 2, nas quais a descrição *Item* se refere ao número dado anteriormente a cada uma das questões. A descrição *Polaridade* se refere ao caráter positivo ou negativo da questão. Por exemplo, a questão 7, indicada como *Item 7*, tem *Polaridade negativa*. A frequência com que as opções de resposta, expressas em escala Likert (5 pontos, variando entre concordo totalmente e discordo totalmente), foram verificadas nos questionários encontra-se indicada, em porcentagem, como **CT** (Concordo Totalmente), **CP** (Concordo Parcialmente), **I** (Indeciso), **DP** (Discordo Parcialmente) e **DT** (Discordo Totalmente).

Com relação à polaridade de cada questão, quando positiva, a concordância com a questão expressa uma opinião favorável ao programa e sua utilização e a discordância expressa uma opinião desfavorável. Quando negativa a concordância com a questão expressa uma opinião desfavorável ao programa e sua utilização e a discordância expressa uma opinião favorável.

Em uma análise geral das Tabelas 1 e 2, sem considerar os *Itens* 23 e 24, que não dizem respeito diretamente à utilização dos programas, e excluindo-se também os *Item* 22 e 20, pode-se constatar que nos *Itens* restantes, mais de 60% dos estudantes registraram respostas favoráveis, somatório das respostas concordo totalmente e concordo parcialmente ou de respostas discordo totalmente e discordo parcialmente, de acordo com a polaridade.

Os *Itens* 23 e 24 questionam, respectivamente, os alunos a respeito de terem ou não gostado de trabalhar com recursos computacionais e se gostariam de participar de outras atividades que envolvessem ferramentas computacionais. Para estas afirmações 96,30 e 90,75% dos estudantes apresentaram respostas favoráveis no questionário relativo ao programa ConQuest enquanto que no relativo ao programa Mercury 96,30 e 94,45% apresentaram respostas favoráveis. Isso indica que a atividade foi apreciada pelos estudantes, e que estes são receptivos à utilização de recursos computacionais. Ou seja, a solicitação de tarefas que envolvam o uso de tais recursos não parece ser de difícil aceitação entre os estudantes e podem contribuir ao longo do curso de graduação.

Na Tabela 1, para os *Itens* 1, 2 e 3, que tratam da natureza do programa ConQuest (busca por compostos e suas referências), verifica-se que mais de 88,88% dos estudantes no *Item* 3, 92,59% e 96,30% nos *Itens* 1 e 2, respectivamente, registraram respostas favoráveis. Estes *Itens* questionam se o programa ajudou o estudante a desenvolver noções que possam ser utilizadas para fazer buscas em outras bases de dados, se o programa permite a localização das informações desejadas rapidamente e se através do programa o estudante aprendeu como fazer buscas por referências bibliográficas. Isso indica que através da realização das buscas no programa Classroom ConQuest os estudantes desenvolveram habilidades, como a busca de referências em base de dados digitais, consideradas importantes na formação dos estudantes de química. Além disso, a alta porcentagem de respostas positivas registradas no *Item* 2 sugere que o programa permite a localização das informações desejadas com rapidez.

O *Item* 4 refere-se à contribuição do programa para a melhora dos conhecimentos em química pelos alunos. Neste *Item* mais de 80% dos estudantes registraram respostas favoráveis em ambos os questionários. Isso sugere a eficácia da utilização dos programas para a aprendizagem, apoiando o entendimento dos conteúdos estudados e contribuindo para a resolução dos problemas propostos.

**Tabela 1: Respostas dadas ao Questionário de Avaliação do Programa Classroom ConQuest. CT = Concordo Totalmente, CP = Concordo Parcialmente, I = Indeciso, DP = Discordo Parcialmente, DT = Discordo Totalmente.**

Item	Polaridade	CT	CP	I	DP	DT
1	+	48,15%	44,44%	7,41%	0,0%	0,0%
2	+	68,52%	27,78%	0,0%	3,70%	0,0%
3	+	51,85%	37,03%	5,56%	5,56%	0,0%
4	+	35,19%	46,30%	9,25%	7,41%	1,85%

5	+	55,56%	31,48%	11,11%	1,85%	0,0%
6	+	37,04%	35,19%	20,36%	5,56%	1,85%
7	-	3,70%	22,22%	7,41%	38,89%	27,78%
8	+	55,56%	38,89%	5,55%	0,0%	0,0%
9	+	40,74%	40,74%	14,81%	3,71%	0,0%
10	-	3,70%	0,0%	1,85%	18,52%	75,93%
11	-	0,0%	9,26%	7,41%	42,59%	40,74%
12	-	0,0%	0,0%	0,0%	12,96%	87,04%
13	+	18,52%	50,00%	16,67%	11,11%	3,70%
14	-	1,85%	20,37%	12,96%	35,19%	29,63%
15	-	3,70%	7,41%	7,41%	29,63%	51,85%
16	+	74,08%	22,22%	0,0%	3,70%	0,0%
17	+	33,33%	44,45%	1,85%	20,37%	0,0%
18	+	44,44%	29,63%	16,67%	7,41%	1,85%
19	+	50,00%	29,63%	9,26%	11,11%	0,0%
20	-	1,85%	18,52%	14,81%	42,60%	22,22%
21	+	44,44%	40,74%	9,26%	5,56%	0,0%
22	-	22,23%	44,45%	14,81%	14,81%	3,70%
23	+	75,93%	20,37%	3,70%	0,0%	0,0%
24	+	79,64%	11,11%	3,70%	3,70%	1,85%

Nos *Itens* 1, 2 e 3 da Tabela 2, que tratam da natureza do programa Mercury (visualização e acesso a parâmetros geométricos), verifica-se que mais de 90% dos estudantes apresentaram respostas favoráveis. Estes *Itens* estão relacionados com a melhora da habilidade de visão espacial através do programa, o acesso a parâmetros geométricos e a possibilidade de visualizar as estruturas em 3 dimensões. Isso indica que as várias possibilidades oferecidas pelo programa podem contribuir na aprendizagem de conceitos vinculados à habilidade cognitiva espacial dos alunos.

As afirmações do *Item* 5 ao *Item* 10 estão relacionadas com a motivação do estudante na utilização dos programas. Os *Itens* 5 e 8 tratam do estímulo que os programas provocam nos estudantes na sua utilização e aprendizagem. No *Item* 5, 87,04% dos estudantes indicaram como estimulante a utilização do programa ConQuest e 90,74%, do programa Mercury. No *Item* 8, mais de 90% dos estudantes afirmaram que ambos os programas os estimula a aprender. O *Item* 6 está relacionado com a satisfação do estudante em aprender e conseguir as respostas desejadas de forma ininterrupta. Para este *Item* 72,23% das respostas são favoráveis para o ConQuest e 85,18% para o Mercury. O *Item* 7 está relacionado com a facilidade na utilização dos programas. Para este *Item* observamos uma porcentagem de mais de 60% de respostas favoráveis: 66,67% para o ConQuest e 68,51% para o Mercury. No *Item* 9, 81,48% dos estudantes afirmaram que o uso do ConQuest apresentou vantagens para o processo de ensino/aprendizagem, quando comparado à utilização de textos. O mesmo foi afirmado por 83,33% dos estudantes, no que diz respeito ao uso do Mercury. O

*Item 10* trata de uma afirmação de polaridade negativa que relata que os programas não trazem nada de novo e motivador ao estudante. Para este *Item* 94,45% dos estudantes responderam negativamente no que diz respeito ao programa ConQuest e 96,30%, no que diz respeito ao programa Mercury, caracterizando então a existência de um grande número de resposta favoráveis à utilização dos programas.

**Tabela 2: Respostas dadas ao Questionário de Avaliação do Programa Mercury. CT = Concordo Totalmente, CP = Concordo Parcialmente, I = Indeciso, DP = Discordo Parcialmente, DT = Discordo Totalmente.**

Item	Polaridade	CT	CP	I	DP	DT
1	+	74,08%	22,22%	0,0%	3,70%	0,0%
2	+	72,22%	22,22%	5,56%	0,0%	0,0%
3	+	77,78%	20,37%	1,85%	0,0%	0,0%
4	+	46,30%	37,04%	14,81%	1,85%	0,0%
5	+	62,96%	27,78%	5,56%	3,70%	0,0%
6	+	31,48%	53,70%	9,26%	5,56%	0,0%
7	-	5,56%	18,52%	7,41%	37,03%	31,48%
8	+	57,41%	38,89%	3,70%	0,0%	0,0%
9	+	40,74%	42,59%	11,11%	5,56%	0,0%
10	-	0,0%	3,70%	0,0%	16,67%	79,63%
11	-	0,0%	16,67%	5,56%	40,74%	37,03%
12	-	0,0%	3,70%	3,70%	11,11%	81,49%
13	+	18,53%	44,44%	20,37%	14,81%	1,85%
14	-	0,0%	20,37%	16,67%	40,74%	22,22%
15	-	1,85%	14,81%	5,56%	27,78%	50,00%
16	+	75,93%	22,22%	1,85%	0,0%	0,0%
17	+	24,07%	50,00%	9,26%	16,67%	0,0%
18	+	53,71%	31,48%	9,26%	3,70%	1,85%
19	+	48,15%	35,18%	5,56%	9,26%	1,85%
20	-	1,85%	20,37%	18,52%	35,19%	24,07%
21	+	53,70%	35,18%	5,56%	5,56%	0,0%
22	-	16,66%	48,15%	18,52%	16,67%	0,0%
23	+	75,93%	20,37%	1,85%	1,85%	0,0%
24	+	77,78%	16,67%	3,70%	0,0%	1,85%

Do *Item 11* ao *16* observamos afirmações que se relacionam à atitude dos estudantes em relação ao uso dos programas. Os *Itens 11, 12 e 16* estão diretamente relacionados com a aprendizagem proporcionada pelo programa. Os *Itens 11 e 12* são de polaridade negativa e, respectivamente, afirmam: “o que aprendi com o programa tem pouco uso prático” e “não gostei do

que aprendi com este programa”. No *Item* 11, 83,33% dos estudantes discordaram da afirmação no que diz respeito ao ConQuest e 77,77% no que diz respeito ao Mercury. No *Item* 12, 100% discordaram da afirmação no que diz respeito ao ConQuest e 92,60% no que diz respeito ao Mercury. Já no *Item* 16 observamos que 96,30% dos estudantes afirmaram que a aprendizagem proporcionada pelo programa ConQuest foi válida e 98,15% no que diz respeito ao Mercury. No *Item* 13, que se refere à possibilidade oferecida pelos programas para a realização de exercícios significativos, 68,52% dos estudantes expressaram respostas favoráveis para o ConQuest e 62,97% para o Mercury. No *Item* 14, 64,82% dos estudantes afirmaram não considerar o nível de exigência do programa ConQuest muito alto e 62,96% afirmaram o mesmo para o programa Mercury. No *Item* 15, 81,48% dos estudantes consideraram que suas noções computacionais foram suficientes para explorar o programa ConQuest e 77,78% afirmaram o mesmo para o programa Mercury. Isso indica que os estudantes apresentaram atitudes favoráveis à utilização dos programas, principalmente por terem gostado do que aprenderam com eles. As respostas favoráveis a estes *Itens* indicam também que os estudantes consideraram significativos os exercícios por eles resolvidos através dos programas e que consideraram a aprendizagem alcançada válida e de uso prático.

Os *Itens* 17 a 22 estão relacionados com o manuseio, a apresentação e linguagem dos programas. No *Item* 17 os alunos são questionados sobre a facilidade de manuseio dos programas, tendo-se verificado um índice de aprovação de 77,78% para o ConQuest e 74,07% para o Mercury. No *Item* 18, mais de 70% dos estudantes consideraram que as cores utilizadas pelos programas mantêm a atenção do aluno. No *Item* 19, 79,63% dos estudantes concordaram que as letras apresentadas no programa ConQuest são fáceis de ler e 83,33% dos estudantes fizeram a mesma observação para o programa Mercury. No *Item* 20, 64,82% dos estudantes consideraram que as janelas e menus descendentes apresentados pelo programa ConQuest não os deixaram confusos e 59,26% fizeram a mesma afirmação no que diz respeito ao programa Mercury. No *Item* 21, mais de 85% dos alunos afirmaram ter gostado da forma como os programas são apresentados. O *Item* 22 foi o que apresentou o maior índice de desaprovação: apenas 18,51% dos estudantes apontaram que o programa ConQuest não apresenta muitas informações por tela e apenas 16,67% afirmaram o mesmo, no que diz respeito ao Mercury. Este é um *Item* relevante na avaliação dos programas, pois em virtude da grande quantidade de informações apresentadas em cada tela o aluno pode se sentir confuso, cansado ou disperso enquanto os estiver utilizando. Apesar das respostas desfavoráveis ao *Item* 22 observa-se que uma considerável porcentagem dos alunos afirmou ter gostado da forma como os programas são apresentados como mostrado no *Item* 21. Isso indica que os alunos acharam fácil manusear os programas, gostaram das cores utilizadas e acharam que elas mantêm a atenção, consideraram as letras fáceis de ler, não se sentiram confusos durante sua utilização, apesar de afirmarem que os programas apresentam muitas informações por tela.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O foco de investigação deste trabalho foi a avaliação pedagógica de 2 programas computacionais, Classroom ConQuest e Mercury, e a investigação das possibilidades que oferecem para o processo de ensino-aprendizagem de química no ensino superior. De modo geral, os estudantes envolvidos na pesquisa avaliaram positivamente os 2 programas quanto aos seus aspectos pedagógicos.

Constatou-se que os programas apresentam potencial para o desenvolvimento de atividades no ensino superior de química, podendo tornar a aprendizagem mais motivadora e significativa,

principalmente mediante os recursos de visualização e acesso a parâmetros geométricos das moléculas, propiciando conexões entre conceitos apresentados em aula de modo eficiente. Também se constatou, através da utilização do programa Classroom ConQuest, o desenvolvimento de habilidades consideradas importantes na formação de profissionais na área de química, como a procura por informações bibliográficas.

## REFERÊNCIAS

BEHAR, P. A. **Avaliação de softwares educacionais no processo de ensino-aprendizagem computadorizado: estudo de caso.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Informática, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1993.

BOODTS, J. F.C.; GALLI, A. M.; BOTTECCHIA, O. L. O uso do micro-computador no ensino e na pesquisa: representação e simulação de voltamogramas cíclicos. **Química Nova**, vol 11, n.2, pp. 227 - 233, fev. 1988.

CASANOVA, J.; WEAVER, E.R. Introduction to computer use programs for first order rate constants. **Journal of Chemical Education**, vol. 42, n.2, pp. 137 - 139, fev. 1965.

GLENDENING, E. D.; KANSANAHO, J. M. Spektri-Sim: interactive simulation and analysis of the infrared spectra of diatomic molecules. **Journal of Chemical Education**, vol. 78, n.6, pp. 824 - 826, jun. 2001.

MASSON, B. L. X-ray powder diffraction simulation with a microcomputer. **Journal of Chemical Education**, vol. 73, n.10, pp. 918 - 921, out. 1996.

RIBEIRO, M. B. **Análise estatística de interações entre metais pesados e compostos orgânicos com o uso da base de dados Cambridge Structural Database.** Dissertação (Mestrado) – Instituto de Física de São Carlos, Universidade de São Paulo. Carlos, 2000.

TOBY, S.; TOBY, FRINA, S. The simulation of dynamic systems. **Journal of Chemical Education**, vol. 76, n.11, pp. 1584 - 1590, nov. 1999.

WHITNELL, R. M.; FERNANDES, E. A.; Almassizahed, Farshad; Love, John C.; Dugan, Brookie M.; Sawrey, Barbara A.; Wilson, Kent R. Multimedia chemistry lectures. **Journal of Chemical Education**, vol. 71, n.9, pp. 721 - 725, set. 1994.