



**Universidade Federal de Santa Maria – UFSM
Educação a distância da UFSM – EAD
Universidade Aberta do Brasil – UAB**

**Especialização em Tecnologias da Informação e da Comunicação
Aplicada à Educação**

**Polo: Três de Maio – RS
Disciplina: Elaboração de Artigo Científico
Professor Orientador: Prof^a Dr^a Liziany Müller
Aluno: Adriano Olímpio da Silva
Data da defesa: 12 de julho de 2014**

**ANÁLISE DO SOFTWARE CHEMSKETCH® COMO RECURSO
DIDÁTICO NO ENSINO DE GEOMETRIA MOLECULAR**

**ANALYSIS SOFTWARE CHEMSKETCH® TEACHING AS A
RESOURCE IN TEACHING OF MOLECULAR GEMOTRY**

SILVA, Adriano Olímpio da¹

RESUMO

O conteúdo de geometria molecular é apontado, por muitos professores, como um dos que apresenta dificuldade de compreensão por parte dos alunos, principalmente na visualização tridimensional de muitas moléculas. Neste trabalho realizamos a análise do uso do software ChemSketch® como recurso didático no ensino de geometria molecular por 10 professores do ensino médio, e ainda, verificar sua aplicabilidade como recurso tecnológico e sua inserção no planejamento de ensino.

Palavras-chave: Geometria molecular, Química, ChemSketch®, Tecnologias da Informação e da Comunicação (TIC).

¹ Licenciado em Química. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS

Abstract

The content of molecular geometry is targeted by many teachers as one who has difficulty understanding among students, especially in three-dimensional visualization of many molecules. In this work we analyze the use of ChemSketch® software as a teaching resource in the teaching of molecular geometry for 10 high school teachers, and even check its applicability as a technology resource and its place in education planning.

Key words: Molecular geometry, Chemistry, ChemSketch®, Communication and Information Technologies (CIT).

1 INTRODUÇÃO

No programa curricular do ensino fundamental e médio, a química está inserida para possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que estes possam julgar, com fundamentos, as informações adquiridas na mídia, na escola, com pessoas, etc. (PCN's. MEC/SEMTEC, 1999).

A química é uma ciência que em seus eixos temáticos traz alguns temas que vem desafiando professores e pesquisadores, entre eles um que pode se destacar é a representação de estruturas moleculares. A representação molecular tira o sono de muitos professores de ensino médio frente a seus alunos pela dificuldade na modelagem de estruturas (SILVA et al., 2012).

Durante o processo de aprendizagem, os alunos do ensino médio geralmente apresentam dificuldades em compreender alguns conceitos concernentes à geometria molecular devido ao seu nível de abstração (RESENDE FILHO et al., 2009 apud SEBATA, 2006). É sabido que a capacidade de visualização tridimensional não é natural para muitos alunos. Tal fato posa como um obstáculo no processo de aprendizagem de estudantes que são limitados diante desta necessária habilidade (MOURA et al., 2009).

Os alunos, de uma maneira geral, demonstram dificuldades em aprender química nos diversos níveis de ensino, porque não percebem o significado ou a importância do que estudam. Se os conteúdos não são contextualizados

corretamente, estes se tornam difíceis, o que não desperta interesse e motivação (ALMEIDA et al., 2010).

Uma maneira de auxiliar no ensino-aprendizagem de química é o uso de softwares. Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) reconhecem o uso da informática na educação como uma ferramenta para novas estratégias de aprendizagem, capaz de contribuir de forma significativa para o processo de construção do conhecimento, nas diversas áreas (BRASIL, 1999).

Para Medeiros e colaboradores (2013) torna-se necessário que as tecnologias sejam utilizadas como mediação da aprendizagem para incrementar o processo ensino-aprendizagem.

De acordo com Neto e Silva (2008) o uso do software ChemSketch® pelos alunos não propiciou uma aprendizagem significativa em relação às outras situações de ensino que contemplaram outras tecnologias. Os autores indagam que é necessário refletir sobre como usar a tecnologia, o qual não significa que a utilização do software seja o problema.

Eichler e Del Pino (2000 apud SILVA et al., 2013) relatam que o software por si só não resolve os problemas de aprendizagem, somente auxiliariam no processo de ensino aprendizagem se houver uma ampla integração entre o Projeto Político Pedagógico da escola e as atividades em sala de aula. Desta forma, com o devido suporte pedagógico e uma orientação adequada aos docentes, a utilização das ferramentas computacionais ajudariam no processo de ensino aprendizagem (SILVA et al., 2012).

Para Bastos (2010) no processo educativo:

São requeridas competências específicas dos docentes para planejar ações que estimulem a interatividade dos alunos com os materiais educativos; personalizar o processo de ensino de forma a tornar efetiva a retroalimentação automática ao estudante de acordo com seu desempenho individual; editar - e ensinar os alunos a fazê-lo - o material em formato digital de forma a facilitar a construção de novos conhecimentos na base de um progressivo planejamento, desenvolvimento e depuração de modelos pré-existentes; tornar concretos e reais temas abstratos por meio da visualização em formatos digitais; desenvolver colaboração e a investigação por meio da comunicação com outros docentes e estímulo à comunicação entre aprendizes.

Considerando que o software ChemSketch® é muito utilizado no ensino superior no curso de química licenciatura e bacharelado para desenhar e analisar estruturas moleculares, será que os professores de química reconhecem a importância do uso de objetos de aprendizagem como ferramenta para uma aprendizagem significativa? Qual a visão que apresentam na aplicabilidade do software em sala de aula? Podemos considerar o software como recurso tecnológico a ser inserido no planejamento de ensino?

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Geometria molecular

O mundo visível é tridimensional: trens, automóveis, esculturas assumem formas geométricas arrojadas e de grande beleza. O mundo microscópico da matéria é também tridimensional – esse é o campo da chamada geometria molecular (FELTRE, 2005).

Para compreender as propriedades das substâncias moleculares, é necessário conhecer a sua composição elementar, as ligações entre os átomos e a geometria de suas moléculas. A geometria molecular é a forma como os átomos estão espacialmente dispostos na molécula (LISBOA, 2010).

Com a disponibilidade de computadores relativamente baratos e de grande potência, o uso de programas de modelagem molecular tem se tornado comum. Embora a tela de computador seja bidimensional, os desenhos em perspectiva obtidos através dos programas de modelagem são em geral bastante exatos. Além disso, a maioria dos programas oferece a opção de girar a imagem da molécula na tela do computador, o que possibilita observar sua estrutura de todos os ângulos desejados (KOTZ; TREICHEL; WEAVER, 2012).

A dedução de geometria de uma molécula pode ser feita utilizando-se algumas regras determinadas pelo químico francês Gillespie, tendo como base apenas o número de átomos das moléculas e as ligações do átomo central, aquele que se encontra ligado a todos os demais átomos da molécula (MOURA et al., 2009).

Os livros didáticos apresentam algumas estruturas básicas na abordagem de geometria molecular, sendo elas: metano (CH₄), água (H₂O), ácido clorídrico (HCl),

dióxido de carbono (CO_2), formaldeído (HCOH), dióxido de enxofre (SO_2) e amônia (NH_3). No estudo de geometria molecular não basta apenas ensinar a teoria, também é necessário compreender através de modelos moleculares. Vale ressaltar que para o aprendizado de geometria molecular os alunos precisam ter conhecimento prévio de distribuição eletrônica, ligações químicas e eletronegatividade. Assim, a geometria molecular é um parâmetro importante, pois através dela chegaremos a conclusões sobre a polaridade das moléculas.

Ao considerarmos um grande número de moléculas, as mesmas apresentam maneiras diferentes e limitação no arranjo dos átomos. As moléculas são derivadas de um conjunto básico de geometrias moleculares diferentes: linear, trigonal plana, angular, tetraédrica e piramidal.

Uma série de materiais é utilizada na elaboração de modelos moleculares, porém alguns deles restringem-se a limitações quanto ao custo, praticidade de modelagem e montagem de alguns quanto às formas geométricas (ALMEIDA; SILVA; CARVALHO, 2010). As representações mais comuns da geometria molecular são as que utilizam o modelo bola e bastão, em que os átomos correspondem a esferas coloridas, e as ligações químicas são representadas por hastes que unem essas esferas (LISBOA, 2010).

Visualizar estruturas tridimensionais pode não ser tarefa fácil e em diversos momentos, no estudo da estrutura, propriedades e reatividade de compostos orgânicos, é necessário que tenhamos essa habilidade (CORDEIRO, 2008).

Moura e colaboradores (2009) obtiveram depoimentos de professores que constataram dificuldade de visualização das moléculas por parte dos alunos, principalmente quando da apresentação de elementos químicos que necessitam ser mostrados em 3D. A representação 3D (tridimensional) apresenta uma quantidade maior de informações como aposição dos átomos no espaço, o ângulo e a distância entre eles na construção da molécula (NETO e SILVA, 2008).

As geometrias de muitas moléculas podem ser prevista pela teoria da repulsão dos pares eletrônicos na camada de valência (VSEPR). O método é baseado no fato dos pares de elétrons na camada de valência de um átomo tendem a se orientar a fim de minimizar as repulsões (RUSSEL, 1994). Essa situação confere a molécula maior estabilidade estrutural. Assim a geometria é função dos elétrons da camada de valência do átomo central, os quais adotam a situação de maior angulação possível entre eles, para obter uma situação de maior estabilidade.

De acordo com Loyde et al., (2009) uma alternativa para reduzir as dificuldades encontradas pelos alunos é a utilização de material manipulável e também tornar a geometria multidisciplinar, trabalhando assim, juntamente com a geografia, a arte, a física, a química, entre outras.

Silva e Nuñez (2008) apontaram que com relação ao pensamento e aos processos de raciocínio dos estudantes, a aprendizagem supõe a integração e a diferenciação entre os diferentes modelos e teorias. É importante destacar o caráter evolutivo dos modelos teóricos (científicos). Ressalvam que a Química constrói e utiliza diferentes modelos, dos quais são ferramentas que auxiliam na visualização dos fenômenos.

A Geometria Molecular apresenta uma grande capacidade de simulação em ambientes virtuais, possibilitando uma visão mais ampla dos fenômenos, com inserção de elementos abstratos (visão tridimensional das células, raios e feixes de luz, imagens reais e virtuais, estrutura molecular dos compostos). Os livros se utilizam de imagens estáticas para representação dos fenômenos, o que não ocorre na natureza (PARREIRA e RIBEIRO, 2011).

2.2 O uso das TIC na química

Entre as tecnologias que merecem destaque, estão as tecnologias da informação e da comunicação (TIC). É necessário utilizá-las para a disseminação do conhecimento, bem como desenvolver sistemas computacionais de apoio ao ensino e treinamento que estimulem as pessoas a um diálogo interativo (GUERRA, 2000).

Devido à crescente globalização da informação e a necessidade de melhoria na qualidade do ensino surge o interesse em utilizar novas metodologias no processo educacional. As Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC), que abrangem os aparelhos de câmera digitais, celulares, televisores e computadores, podem proporcionar aulas mais dinâmicas e que permitem incluir músicas, imagens, filmes, desenhos, vídeos, pesquisas, animações e jogos (ANDRÉIO, 2011).

Para processo de construção do conhecimento, a grande diversidade de linguagem presentes nas TIC, enriquece o processo de ensino, e, por conseguinte, o da aprendizagem (ARAÚJO et al., 2009).

Para que a parceria entre a tecnologia e o ensino de química seja auspiciosa, é preciso direcionar o fazer educativo de forma que o conhecimento/saber seja

significativo e útil para os discentes, através de uma educação cujo processo de ensino e aprendizagem atinja o objetivo almejado (LIMA e MOITA, 2011).

De acordo com a UNESCO (2009) os professores na ativa precisam:

Adquirir a competência que lhes permitirá proporcionar a seus alunos oportunidades de aprendizagem com apoio da tecnologia. Estar preparado para utilizar a tecnologia e saber como ela pode dar suporte ao aprendizado são habilidades necessárias no repertório de qualquer profissional docente. Os professores precisam estar preparados para ofertar autonomia a seus alunos com as vantagens que a tecnologia pode trazer. As escolas e as salas de aula, tanto presenciais quanto virtuais, devem ter professores equipados com recursos e habilidades em tecnologia que permitam realmente transmitir o conhecimento ao mesmo tempo em que se incorporam conceitos e competências em TIC.

No ensino de química percebe-se que as TIC podem ser utilizadas nas escolas para aperfeiçoar o processo ensino aprendizagem (SANTOS e AZEVEDO, 2012). Mudanças significativas na prática educacional só vão se concretizar quando as TIC estiverem integradas não como fim, mas como elementos co-estruturantes do processo pedagógico (BENITE e BENITE, 2008).

A química foi muito beneficiada com o uso dos computadores, pois se trata de uma ciência bastante experimental e a visualização de processos é de suma importância. Algumas teorias, como as utilizadas para explicar as reações químicas e a reatividade das substâncias em escala subatômica necessitam de um modelo, como por exemplo, orbitais atômicos, orbitais moleculares, ressonância magnética nuclear e espectroscopia eletrônica (FERREIRA, 1998 apud MOURA et al.; 2012).

No estudo de Neto e Silva (2008) a integração das diferentes tecnologias possibilitou aos alunos o contato com outras linguagens e códigos, motivando-os nas aprendizagens, pois, embora o conteúdo explorado nas situações de ensino fosse o mesmo, este adquiriu outra dimensão, visto que permitiu diferentes percursos de aprendizagem.

A própria Química se tem “modificado” à custa das novas tecnologias, porque muito mais se aprendeu acerca da Ciência e muito mais se pôde ensinar graças aos computadores. Para a Química este pode ser um recurso muito valioso no ensino da geometria molecular: os alunos “veem” a molécula como ela é e podem guardar

inúmeros exemplares para consultá-los as vezes que necessitarem (CORREIA, 2005).

Desde que o computador começou a fazer parte do processo educativo que surgiu também a necessidade de esclarecer qual a forma de lhe retirar o maior proveito. Para responder a esta necessidade surgiu o software educativo, desenvolvido por muitas empresas para apoiar todos os níveis de ensino (CORREIA, 2005).

Neste contexto, surgiram vários softwares educativos na área de química para auxiliar no ensino-aprendizagem. Para Jucá (2006) com a introdução do computador como mediador didático, desenvolveram-se softwares específicos para ser utilizado em contextos de ensino-aprendizagem, o que não afasta o fato de que vários softwares desenvolvidos para outras finalidades, também são utilizados no processo de ensino-aprendizagem.

Para Contri, Retzlaff e Klee (2011) a incorporação da mídia informática em sala de aula implica em:

Um esforço permanente por parte do professor, pois este será capaz de proporcionar o uso ou não uso de softwares e internet, se optarem pelo uso será capaz de promover uma proposta diferenciada, a fim de que o aluno possa fazer experimentações e visualizar melhor o conteúdo que lhe é proposto e no acesso a informações permitindo que revisem e monitorem suas atividades repensando mudanças.

Com o uso de softwares, professores das mais diversas áreas de ensino podem adquirir softwares adequados às suas necessidades e as particularidades de cada disciplina (XAVIER, 2011).

Com a abertura e flexibilidade da nova proposta referente à questão curricular, em que não há mais a figura de currículo mínimo e sim diretrizes curriculares relacionadas a valores desejáveis para a formação do aluno, a possibilidade de utilização de software como instrumento de apoio ao desenvolvimento de projetos pedagógicos interdisciplinares cresce (SETTE, AGUIAR, SETTE, 1999).

Levando em consideração os aspectos tecnológicos, a interface é um dos fatores mais considerados na escolha de um software, na qual esta deve ser de fácil

aprendizado, que não exijam uma representação longa e que sejam atrativas (LOPES, BURATTO, SILVA, 2012).

No ensino de química, as ferramentas disponíveis possibilitam tanto a demonstração quanto à simulação de vários conceitos e podem facilitar o aprendizado por meio de visualização dinâmica em vários campos da química (RAUPP, SERRANO, MARTINS, 2008).

Santos, Wartha e Silva (2010) apresentaram uma relação de softwares livres que podem ser utilizados no Ensino de Química. Os mesmos verificaram que a grande maioria dos softwares corresponde ao tema Tabela Periódica (30%), além de existir poucos programas na categoria jogo educacional (11.5%) e simulação de experimentos (17.4%) que são softwares atrativos e empolgantes para que o aluno se interesse e consiga desenvolver habilidades no contexto da química. Dentre estes softwares está o ChemsKetch®.

2.3 Software ChemSKetch®

Segundo a lei do software n. 9609/98 a definição para software em seu artigo 1º, diz que:

Programa de computador é a expressão de um conjunto organizado de instruções em linguagem natural ou codificada, contida em suporte físico de qualquer natureza, de emprego necessário em máquinas automáticas de tratamento da informação, dispositivos, instrumentos ou equipamentos periféricos, baseados em técnica digital ou análoga, para fazê-los funcionar de modo e para fins determinados.

ACD/ChemSketch® é um software de desenvolvimento da Química Avançada. A empresa que o fez projetou para ser usado separadamente ou integrado com outras aplicações. ChemSketch® é usado para desenhar estruturas químicas, reações e diagramas esquemáticos. Também pode ser usado para projeções em 3D (CHEMELLO, 2010).

O ChemSKetch® (**Figura 01**) é uma ferramenta avançada de desenho químico que fornece às propriedades moleculares, otimização e visualização 3D, capacidade de nomear as moléculas, conforme de IUPAC, e ainda possui um grande banco de dados com estruturas químicas e materiais de laboratório (RAUPP, SERRANO, MARTINS, 2008).

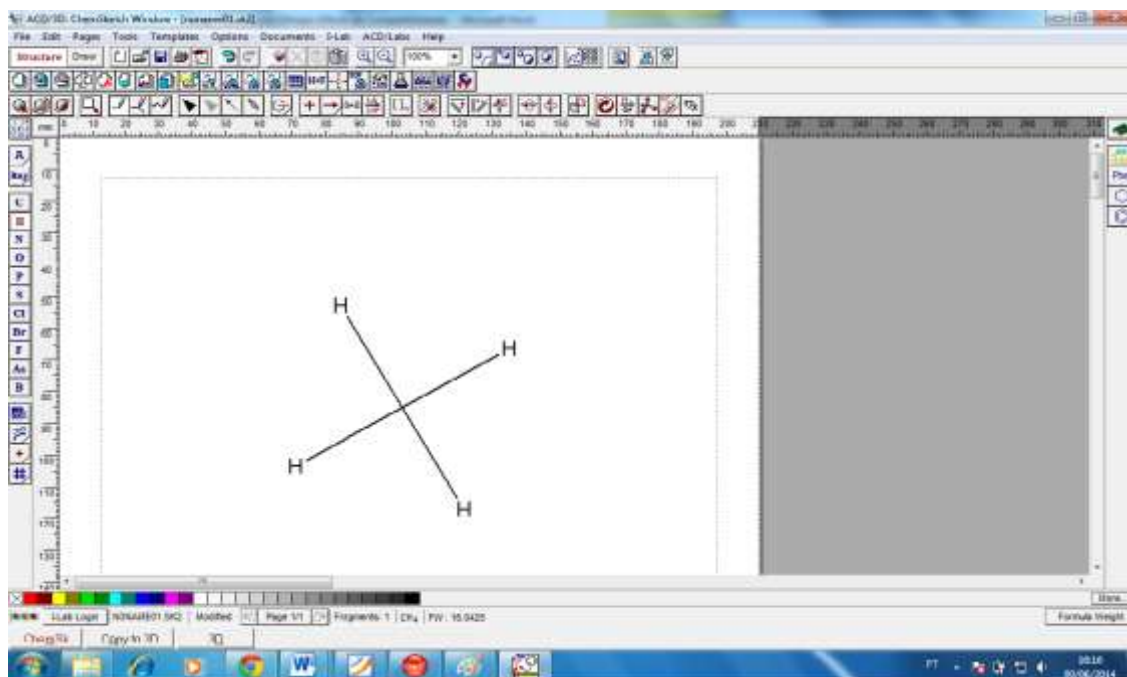


Figura 01: Tela de trabalho do ChemSketch®

A partir da tela inicial do software ChemSketch®, acessando o menu “ACD/LABS” » 3D Viewer”, pode-se obter a estrutura em três dimensões da molécula desenhada (**Figura 02**). A partir da ferramenta 3D Viewer é possível apresentar as moléculas em: Wireframe (representação 3D que mostra a molécula na forma de “linhas”, Sticks (representação 3D que mostra a molécula na forma de “varas”), Balls and Sticks (representação 3D que mostra a molécula na forma “bolas e varas”, Spacefill (representação 3D que mostra os espaços vazios da molécula “preenchido”), Dots Only (representação 3D que mostra “somente pontos” representando os átomos e ligações da molécula) e Disks (representação 3D que mostra os átomos na forma de “disco”).



“Linha”



“Vara”



“Bolas e varas”



Figura 02: Representações da molécula em várias formas 3D, antes da otimização.

Considerando que o software ChemSketch® permite a otimização e visualização 3D de estruturas químicas, podemos acessar 3D Viewer » clicar no ícone 3D optimization (otimização da estrutura), e obter a geometria molecular da molécula desenhada (**Figura 03**).

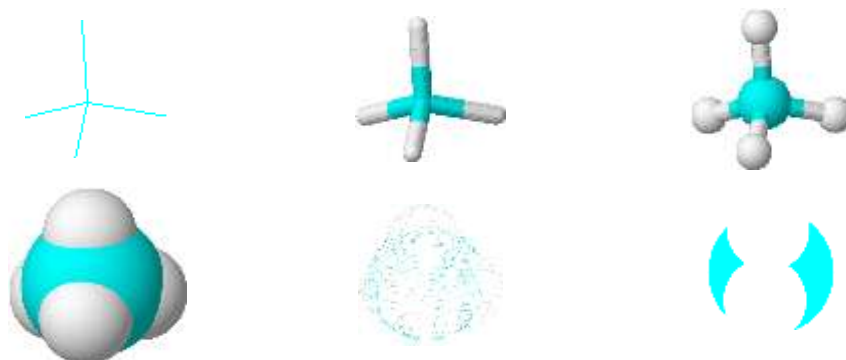


Figura 03: Representações da molécula em várias formas 3D, após a otimização.

Ao desenhar a estrutura plana da molécula o qual se deseja obter a visualização em 3D, o ChemSketch® restringe que a estrutura somente pode conter os seguintes átomos com estado de valência e estado de ligação: C (IV), H (I), F (I), Cl (I), Br (I), I (I), N (III, IV), O (II), S (II, IV, VI). Porém, em contrapartida além de obtermos a geometria molecular, podemos determinar a distância entre dois átomos e o ângulo de ligação entre três átomos de uma molécula.

3 METODOLOGIA



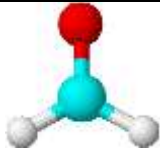

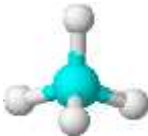


Neste trabalho se utilizou de uma abordagem qualitativa em relação às repostas dos professores para analisar o uso do software ChemSketch® como objeto de aprendizagem e sua aplicabilidade no ensino de geometria molecular.

A pesquisa foi desenvolvida durante o mês de maio do ano de 2014. Fez parte da pesquisa um grupo de 10 professores, sendo: 09 da Secretaria de Estado de Educação de Mato Grosso do Sul (Ensino Médio) e 01 do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso do Sul. A metodologia de avaliação do software compreende dois questionários, sendo um, composto de 13 perguntas objetivas analisando as habilidades e competências para trabalhar com recursos tecnológicos e, o segundo questionário com 07 perguntas avaliando os aspectos operacionais do software ChemSketch®.

As questões utilizadas no primeiro questionário foram de acordo com a publicação do projeto da UNESCO onde apresentam os padrões de competência em TIC para professores. Os seus referenciais têm como suporte à organização e desenvolvimento da formação e certificação de competências, que permite aos professores, aos funcionários não docentes: criar expectativas sobre o modo de usar os computadores eficazmente, visando, em simultâneo, o seu desenvolvimento profissional e a melhoria dos diferentes aspectos da sua intervenção na vida da escola; situar-se relativamente às diferentes áreas e níveis de utilização das TIC; abrir as possibilidades de construção de percursos individuais; e facilitar a integração da tecnologia na escola (UNESCO, 2009).

A pesquisa foi realizada em três etapas. A primeira etapa foi aplicar um pré-questionário para avaliar as habilidades e competências do grupo de professores. Na segunda etapa foi solicitado aos professores que a partir dos exemplos utilizados nos livros didáticos em química (**Tabela 01**) no ensino de geometria molecular, o mesmo desenhasse as moléculas e avaliassem se a geometria molecular estava de acordo com o modelo molecular previsto pela teoria da repulsão dos pares eletrônicos na camada de valência (VSEPR).

Tabela 01: Geometria de algumas moléculas

Molécula	Geometria Molecular	Modelo molecular
HCl	Linear	
CO ₂	Linear	
HCOH	Trigonal plana	
SO ₂	Angular	
CH ₄	Tetraédrica	
NH ₃	Piramidal	
H ₂ O	Angular	

Na terceira etapa, aplicou-se o segundo questionário, tendo como finalidade verificar as dificuldades em relação ao uso do software como recurso educacional para o ensino de geometria molecular; e ainda, a possibilidade da inclusão do ChemSketch® como recurso tecnológico no plano de aula.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise qualitativa do primeiro questionário (**Tabela 02**), buscamos verificar as habilidades e competências em TIC dos 10 professores que participaram da pesquisa. No contexto geral, verificamos que acima de 70% dos professores

apresentam habilidades e competências que permite proporcionar aos alunos oportunidades de aprendizagem através do uso de tecnologias. No total de 90% dos professores confirmaram suas habilidades em operações básicas (questão 01).

Ao analisarmos as repostas das questões 02 e 03, foi possível identificar que 80% e 90% respectivamente, dos profissionais em educação utilizam as TIC como ferramentas funcionais e como recursos pedagógicos para o ensino-aprendizagem.

Analisando-se as questões 09 e 10, é perceptível que os professores (100%) utilizam as TIC como ferramentas no seu contexto profissional e pessoal, este fato é devido ao uso das redes sociais e celulares smartphone que possibilitam a comunicação síncrona e assíncrona.

Tabela 02 – Questionário relacionado às habilidades e competências em TIC.

Perguntas	Sim (%)	Não (%)
01-Os professores devem saber as operações básicas de equipamentos e programas, assim como os programas aplicativos de produtividade, um navegador de web, programas de apresentação e aplicativos de gestão. Como professor você se considera ter habilidade docente para essas operações básicas?	90	10
02-Você utiliza instrumentalmente as TIC como ferramentas funcionais no seu contexto profissional?	80	20
03-Você integra as TIC como recurso pedagógico, mobilizando-as para o desenvolvimento de ensino e de aprendizagem, numa perspectiva de melhoria das aprendizagens dos alunos?	90	10
04-Você inova práticas pedagógicas com as TIC mobilizando as suas experiências e reflexões, num sentido de partilha e colaboração com a comunidade educativa, numa perspectiva investigativa?	80	20
05-Você detém conhecimento atualizado sobre recursos tecnológicos e seu potencial de utilização educativo	70	30
06-Você acompanha o desenvolvimento tecnológico no que implica a responsabilidade profissional do professor	70	30

07-Você executa operações com Hardware e sistemas operativos (usar e instalar programas, resolver problemas comuns com o computador e periféricos, criar e gerir documentos e pastas, observar regras de segurança no respeito pela legalidade e princípios éticos,...)	90	10
08-Você acessa, organiza e sistematiza a informação em formato digital (pesquisa, seleciona e avalia a informação em função de objetivos concretos..)	90	10
09-Você executa operações com programas ou sistemas de informação online e/ou off-line (acessa à Internet, pesquisar em bases de dados ou diretórios, acessa a obras de referência,...)	100	00
10-Você se comunica com os outros, individualmente ou em grupo, de forma síncrona e/ou assíncrona através de ferramentas digitais específicas.	100	00
11-Você elabora documentos em formato digital com diferentes finalidades e para diferentes públicos, em contextos diversificados.	90	10
12-Você conhece e utiliza ferramentas digitais como suporte de processos de avaliação e/ou de investigação	80	20
13-Você utiliza o potencial dos recursos digitais na promoção do seu próprio desenvolvimento profissional numa perspectiva de aprendizagem ao longo da vida (diagnostica necessidades, identifica objetivos).	90	10

As demais questões que permitem responder afirmativamente que os professores analisados estão de acordo com as exigências proposta no modelo de formação da UNESCO (Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura), que têm como referencial o processo de desenvolvimento das competências e habilidades no uso das TIC em contexto escolar em diferentes situações de utilização, onde apresentam um papel relevante na aprendizagem dos alunos estão apresentadas na **Tabela 02**.

A avaliação da aplicabilidade do software ChemSketch® foi realizada a partir do ponto de vista do professor através da aplicação do segundo questionário (**Tabela 03**). A partir dos dados obtidos, observa-se que a maioria dos professores (90%) considera a abordagem de geometria molecular a partir das moléculas HCl, CO₂, HCOH, SO₂, CH₄, NH₃ e H₂O suficientes para a introdução do conceito através do software ChemSketch®.

A questão 02 procurou evidenciar o uso do software ChemSketch® como objeto de aprendizagem para o ensino de geometria molecular, 100% consideram o software como recurso educacional. Este posicionamento é confirmado pela questão 03, onde a interface do software facilitará a aprendizagem do aluno, com 100% da afirmação.

Tabela 03 – Questionário relacionado à aplicabilidade do software ChemSketch®.

Perguntas	Sim (%)	Não (%)
01-Você considera a abordagem de geometria molecular a partir dos exemplos utilizados suficientes para a introdução de geometria molecular através do software ChemSketch®.	90	10
02-Você utilizaria o software ChemSketch® como objeto de aprendizagem para o ensino de geometria molecular	100	00
03-A interface do software ChemSketch® facilitará a aprendizagem do aluno para o conteúdo geometria molecular	100	00
04-Você considera que haverá dificuldades pelos alunos para navegar pela interface do software ChemSketch®	40	60
05-O software ChemSketch® permite ao aluno realizar uma aprendizagem autônoma, fazendo apenas uso dos exemplos de moléculas, não sendo necessário auxílio.	30	70
06-Você julga necessário requisitos ao aluno para utilizar o software ChemSketch® como objeto de aprendizagem para ensinar geometria molecular.	90	10
07-Você considera as ferramentas presentes no software ChemSketch® para obtenção da geometria molecular como fácil de serem utilizadas pelos alunos.	70	30

Em relação à questão 04, 60% dos professores consideram que os alunos terão dificuldades em navegar pela interface do software. Este aspecto deve ser considerado, pois o software apresenta vários recursos e ícones que não estão relacionados ao conceito de geometria molecular.

Ao questionar a aprendizagem autônoma a partir do software (questão 05), 70% acredita que é possível ao aluno realizar as atividades sem o auxílio de um profissional. Em contrapartida 90% dos professores (questão 06) julgam necessário requisitos ao aluno para utilizar o software ChemSketch® como objeto de aprendizagem. Assim, uma instrução de manuseio é essencial para que o aluno possa utilizar o software com autonomia objetivando uma aprendizagem significativa, pois ao considerarmos as ferramentas presentes no software, 70% concorda que as mesmas são fáceis de serem utilizadas (questão 07).

De acordo com Bastos (2010) os resultados na aprendizagem estão fortemente condicionados pelas características da escola, sua liderança e seus docentes, características dos alunos e do acesso às TIC na escola e nos domicílios. Mas, dentre todos, os professores são os fatores-chave.

5 CONCLUSÕES

Através desta pesquisa, podemos constatar que os 10 professores inquiridos apresentam habilidades e competências para organizar o processo de ensino e aprendizagem com recurso às TIC (planejamento, execução em sala de aula, avaliação etc.) na disciplina de química. Todos os professores utilizariam o software ChemSketch® como objeto de aprendizagem para o ensino de geometria molecular.

O software analisado se mostrou satisfatório na obtenção das geometrias moleculares das moléculas utilizadas, recebendo uma aprovação favorável para a inserção do software como recurso didático no plano de ensino. Vale ressaltar que cabe aos professores realizar uma instrução adequada do software para que o mesmo possa ser utilizado pelo aluno como objeto de aprendizagem para o conceito de geometria molecular.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. C.; SILVA, N. C.; CARVALHO, W. C. **Utilização de modelos moleculares versáteis de baixo custo na representação tridimensional das cadeias carbônicas**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0956-1.pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

ANDRÉIO, R. P.; SANTINE, G. P. T.; SIMAS, P. H.; NETO, A. M. **O Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação no Ensino de Química no Ensino Médio**. 1ª Jornada Científica da UEMS/Naviraí. 2011. Disponível em: <<http://www.uems.br/navirai/img/IISIQT/1JCN/AMN-RPA-1JCN.pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

ARAÚJO, R. V. G.; LEÃO, M. B. C.; LEITE, B. S.; SILVA, J. R. R. T. **Elaboração, aplicação e avaliação de Podcasting de química no ensino médio**. 2009. Disponível em: <http://www.tise.cl/2009/tise_2009/pdf/13.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2014.

BASTOS, M. I. **“O desenvolvimento de competências em “TIC para a educação” na formação de docentes na América Latina”**. 2010. Disponível em: <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012844.pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. O computador no ensino de química: impressões versus realidade. em foco as escolas públicas da baixada Fluminense. Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências. v. 10, n. 2, 2008. **Disponível em:** <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/view/153/213>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

CHEMELLO, E. **ACD/ChemsKetch - Curso de Informática Aplicada a Aprendizagem de Química – Módulo 01 – Desenho Molecular**. 2010. Disponível em <<http://www.ecientificocultural.com/geren/ftp/manual.pdf>> Acesso em: 25 de maio de 2014.

CONTRI, R. F. F.; RETZLAFF, E.; KLEE, L. A. **Uso de softwares matemáticos como facilitador da aprendizagem**. II CNEM e IX EREM, 2011. Disponível em: <<http://www.projetos.unijui.edu.br/matematica/cnem/cnem/principal/cc/PDF/CC45.pdf>> Acesso em: 25 de maio de 2014.

CORDEIRO, J. R. **Relatório: Proposta de Atividade Didática**. 2008. Disponível em: <http://www2.iq.usp.br/pos-graduacao/images/documentos_pae/.../juliana.pdf> Acesso em: 25 de maio de 2014.

CORREIA, J. A. **Estereoscopia Digital no Ensino da Química**. Dissertação de Mestrado em EDUCAÇÃO MULTIMÉDIA. Faculdade de Ciências. Universidade do

Porto, 2005. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/joana/>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

ELLEN SOHN, R. M. **ChemSketch - O uso de software para o ensino-aprendizado de química.** 2012. Disponível em: <http://www.iffarroupilha.edu.br/site/midias/arquivos/2012561418281chemsketch_-_o_uso_de_software_para_o_ensino-aprendizado_de_quimica.pdf> Acesso em: 22 de maio de 2014.

FELTRE, R. **Fundamentos da química.** 4. Ed. – São Paulo: Moderna, 2005.

GUERRA, J. H. L. **Utilização do computador no processo de ensino-aprendizagem: uma aplicação em planejamento e controle da produção.** Dissertação. Escola de Engenharia de São Carlos. Universidade de São Paulo. 2000. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18140/tde-29032001-151920/en.php>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

JUCÁ, S. C. S. **A relevância dos softwares educativos na educação profissional.** *Ciências & Cognição*, v. 8, 2006. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/.../571/359>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

KOTZ, J. C.; TREICHEL, P. M.; WEAVER, G. C. **Química geral e reações químicas.** São Paulo: Cengage Learning, 2012.

LIMA; E. R. P. O.; MOITA, F. M. G. S. C. **Tecnologia e o ensino de química: jogos digitais como interface metodológica.** *Tecnologias digitais na educação* [online]. 2011. Disponível em: <<http://books.scielo.org/id/6pdyn/pdf/sousa-9788578791247-06.pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

LISBOA, J. C. F. **Química, 1º ano: ensino médio.** 1. Ed. – São Paulo: Edições SM, 2010.

LOPES, A. C.; BURATTO, A. P.; SILVA, E. F. **Aplicação de software como ferramenta de apoio no ensino de química.** III Simpósio Nacional de Ensino de Ciências e Tecnologia, 2012. Disponível em: <<http://www.sinct.com.br/2012/down.php?id=2692&q=1>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

LOYDE, P.; PEDER, J.; PASSOS, A. Q.; BARIN, C. **O ensino de geometria e a geometria molecular.** 1º Congresso Paranaense de Educação em Química, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/cpequi/Completopagina/18283751820090621.pdf>> Acesso em: 23 de maio de 2014.

MEDEIROS, S. L. P.; MÜLLER, L. BANDEIRA, A. H. **Uso do moodle no processo de ensino-aprendizagem da disciplina de climatologia zootécnica.** *Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental*, v. 12, n. 12, 2013. Disponível em: <<http://cascavel.ufsm.br/revistas/ojs-2.2.2/index.php/reget/article/view/8076/pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

MORAIS, C. S. L. **“+ Química Digital” Recurso digitais no ensino de química: uma experiência no 7º ano de escolaridade.** Dissertação de Mestrado em Educação Multimídia. Faculdade de Ciências. Universidade do Porto, 2006. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/teses/carlam/PDF/Tese.pdf>> Acesso em: 30 de maio de 2014.

MOURA, J. A. S.; CARDOSO, A.; LAMOUNIER JR, E. A. **A criação dos elementos químicos tridimensionais através da realidade virtual – uma aplicação na química orgânica.** Revista Ceciliana, n. 1, v. 1, 2009. Disponível em: <http://sites.unisanta.br/revistaceciliana/edicao_01/1-2009-32-42.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2014.

MOURA, P. H. B.; SERRÃO, C. R. G.; FERREIRA, R. L. S.; MOYSÉS, D. A.; SILVA, M. D. B. **Aplicação de Softwares Educacionais em Química: Um Estudo de caso em uma Turma do Ensino Médio em uma Escola Estadual da cidade de Belém-PA.** XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI), 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7998/5883>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

NETO, J. R. F.; SILVA, R. M. G. **Tecnologias no ensino de geometria molecular.** Publ. UEPG Ci. Hum., Ci. Soc. Apl., Ling., Letras e Artes, Ponta Grossa, v. , n.2, 2008.

NETO, J. R. F.; SILVA, R. M. G. **Tecnologias no ensino de geometria molecular.** Lett. Arts, n. 16, v. 2, 2008. Disponível em: <<http://www.revistas2.uepg.br/index.php/humanas/article/view/642/624>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

PARREIRA, R. T.; RIBEIRO, M. W. S. **O uso da Realidade Virtual em Sistemas de Ensino de Biologia, Física e Química.** In: ENACOMP - ENCONTRO ANUAL DE COMPUTAÇÃO, 2011, CATALÃO-GO. ANAIS... CATALÃO-GO: SBC, 2011. Disponível em: <http://www.enacomp.com.br/2011/anais/trabalhos-Aprovados/pdf/enacomp2011_submission_38.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2014.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MARTINS, T. L. C. **A evolução da química computacional e sua contribuição para a educação em Química.** Revista Liberato, Novo Hamburgo, v. 9, n. 12, p. 13-22, 2008.

RESENDE FILHO, J. B. M.; BARRETO, I. S.; NASCIMENTO, Y. I. F. **Ensino de geometria molecular sob a perspectiva da educação inclusiva.** 7 SIMPEQUI, 2009. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2009/trabalhos/101-5677.htm>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

RUSSEL, J. B. **Química Geral** – 2. Ed. – São Paulo: Makron Books, 1994.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; FILHO, J. C. S. **Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização.** XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). 2010. Disponível em: <<http://www.xvенеq2010.unb.br/resumos/R0981-1.pdf>> Acesso em: 25 de maio de 2014.

SANTOS, M. R. C.; AZEVEDO, R. O. M. **Tecnologias da informação e comunicação (TIC) no ensino de química**. III encontro nacional de Ensino de Ciências da Saúde e do Ambiente, 2012. Disponível em <<http://www.ensinosaudeambiente.com.br/eneciencias/anaisiiieneciencias/trabalhos/T52.pdf>> Acesso em: 23 de maio de 2014.

SEBATA, C. E. **Aprendendo a imaginar moléculas: uma proposta de ensino de geometria molecular**. 2006. 165 f. Dissertação (Mestrado profissionalizante em ensino de ciências)- Universidade de Brasília, DF, 2006. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10482/6442>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

SETTE, S. S.; AGUIAR, M. A.; SETTE, J. S. A. **Formação de professores em Informática na Educação: Um caminho para mudanças**. Coleção Informática para a Mudança na Educação. Brasília: MEC/SED, 1999. Disponível em: <<http://www.intaead.com.br/ebooks1/livros/pedagogia/26.Um%20caminho%20para%20a%20mudan%E7a.pdf>> Acesso em: 25 de maio de 2014.

SILVA, A. M.; FERNANDES, L. S.; LANA, R. D.; BRASIL, R. M.; SOLNER, T. B. **O uso de software no ensino de química para alunos de terceiro ano do ensino médio**. Disponível em: <www.unifra.br/eventos/seminariopibid2012/Trabalhos/3868.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2014.

SILVA, M. G. L.; NUÑEZ, I. B. **Dificuldades dos estudantes do Ensino Médio na aprendizagem de Química – II**. 2008. Disponível em: <<http://pt.scribd.com/doc/225272661/In-En-QIII-A01-B-WEB-SF-080708>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

UNESCO. **Padrões de competência em TIC para professores**. 2009. Disponível em <<http://unesdoc.unesco.org/images/0015/001562/156209por.pdf>> Acesso em: 17 de maio de 2014.

XAVIER, D. D. **Software livre na educação**. Universidade Federal de Mato Grosso. Instituto de Computação. Especialização em informática na educação. Disponível em: <http://www.ic.ufmt.br:8080/c/document_library/get_file?p_l_id=58070&folderId=60483&name=DLFE-2325.pdf> Acesso em: 17 de maio de 2014.

Adriano Olímpio da Silva: ollympio@gmail.com

Nome da orientadora: Prof^a Dr^a Liziany Müller