



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA NATUREZA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

**ALCIDES LOUREIRO SANTOS**

**A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO  
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO  
ACRE**

**Rio Branco  
2016**

**ALCIDES LOUREIRO SANTOS**

**A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO  
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO  
ACRE**

Dissertação apresentada ao Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal do Acre, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**Orientadora: Profa. Dra. Anelise Maria Regiani**

**Rio Branco  
2016**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

---

- S237u Santos, Alcides Loureiro, 1987 -  
A utilização do software chemsketch como ferramenta no ensino de química orgânica na educação básica do estado do Acre / Alcides Loureiro Santos - 2016.  
99 f.; Il., 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Programa de Pós-Graduação Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. Rio Branco, 2016.  
Inclui referências bibliográficas.  
Orientadora: Profa. Dra. Anelise Maria Regiani.
1. Ensino de química 2. Tecnologia de informação e comunicação 3. Química – ensino e aprendizagem I. Título.

CDD: 540

---

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo CRB-11/1003

ALCIDES LOUREIRO SANTOS

A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO  
ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO  
ACRE

Dissertação apresentada ao Mestrado  
Profissional em Ensino de Ciências e  
Matemática da Universidade Federal do  
Acre, como parte dos requisitos para a  
obtenção do título de Mestre em Ensino de  
Ciências e Matemática.

Aprovado em: 10/03/2016

Banca Examinadora

Profa. Dra. Anelise Maria Regiani  
Universidade Federal do Acre  
Orientadora

Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner  
Universidade Federal do Acre  
Membro Interno

Prof. Dr. Carlos Eduardo Garção de Carvalho  
Universidade Federal do Acre  
Membro Externo

Rio Branco  
2016



**Universidade Federal do Acre**

Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPEG

Centro de Ciências Biológicas e da Natureza - CCBN


Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - MPECIM

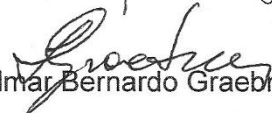
---

**ATA DE SESSÃO DE DEFESA DE MESTRADO DE  
ALCIDES LOUREIRO SANTOS, DISCENTE DO CURSO DE  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS  
E MATEMÁTICA, REALIZADA NO DIA 10 DE MARÇO  
DE 2016 NA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**

Às nove horas e trinta minutos, no auditório do bloco do mestrado, tiveram início os trabalhos da sessão pública de defesa de mestrado do discente Alcides Loureiro Santos com o seguinte título: **A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO ACRE.** A banca examinadora, composta pelos docentes: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Anelise Maria Regiani-(Orientadora/Presidente),CCBN/UFAC;Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner – CCBN/UFAC (Membro Interno), Prof. Dr. Carlos Eduardo Garção de Carvalho - CCBN/UFAC (Membro Externo), Prof. Dr. Luís Eduardo Maggi - CCBN/UFAC (Membro Suplente). Após a exposição oral, discente foi arguido pelos examinadores. Ao final da arguição, a sessão foi suspensa às 11h e, em sessão secreta, os examinadores atribuíram o resultado. Reaberta a sessão pública, foi anunciado o resultado. O discente foi considerado APROVADO. Nada mais havendo a tratar, foi lavrada a presente Ata que vai assinada pela banca examinadora.

**Banca Examinadora**

  
Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup>. Anelise Maria Regiani –CCBN/UFAC (Orientadora/Presidente)

  
Prof. Dr. Ilmar Bernardo Graebner -CCBN /UFAC (Membro Interno)

  
Pro. Dr. Carlos Eduardo Garção de Carvalho- CCBN/UFAC (Membro Externo)

Prof. Dr. Luís Eduardo Maggi - CCBN/UFAC (Membro Suplente)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço ao meu Senhor e Salvador Jesus Cristo pela minha vida, família, saúde e paz.

Agradeço aos meus filhos, Benjamim e André, que mesmo não sabendo, catalisaram meu ânimo para essa conquista.

Agradeço à minha amada esposa, Jamile, que me apoiou sempre como uma companheira fiel e paciente.

Sou grato à minha orientadora, a Profa. Dra. Anelise Maria Regiani, por ser compreensiva e positiva, sempre me ajudando quando precisei.

Agradeço à Fundação de Tecnologia do Estado do Acre (FUNTAC), ao Instituto de Matemática, Ciências e Filosofia (IMCF), à Faculdade Meta (FAMETA) e à Secretaria de Estado de Educação e Esporte do Acre (SEE-AC), que me apoiaram profissionalmente, compreendendo a importância desta conquista.

Agradeço aos meus colegas do mestrado, em especial, à Danielly e ao Fábio, permitindo a criação do FAD.

Agradeço também aos professores que contribuíram direta e indiretamente para que este trabalho fosse realizado.

Construa suas esperanças em coisas  
eternas, segure na mão imutável de  
Deus!

William Marrion Branham

## RESUMO

A utilização das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs), vem sendo cada vez mais considerada no Ensino de Química. Como ferramentas midiáticas do processo de ensino e aprendizagem, elas podem contribuir com o trabalho docente e podem estimular os educandos a terem uma participação mais interativa e relevante nesse processo. Os *softwares* educacionais permitem a realização de determinadas tarefas, promovendo uma melhor compreensão dos conteúdos escolares, garantindo aos discentes uma educação mais significativa e reflexiva. Especialmente na Química Orgânica, programas de estruturação molecular são capazes de virtualizar estruturas planas e tridimensionais, atenuando a dificuldade de compreensão do nível representacional da Química. Entre estes *softwares*, o *ChemSketch* é um dos mais acessíveis e com grande potencial para utilização nas escolas. A pergunta da pesquisa deste trabalho é: Como utilizar o *software ACD/ChemSketch Freeware* como ferramenta midiática no processo de Ensino de Química Orgânica no Ensino Médio, considerando suas potencialidades e limitações, no contexto da Educação Básica no Estado do Acre? Nesse sentido, o presente projeto tem como objetivo principal proporcionar contribuições ao processo de Ensino de Química Orgânica, através da utilização do *ChemSketch*. A pesquisa foi realizada em quatro etapas: Estudo aprofundado do *software ChemSketch*; Confecção do Guia Prático de utilização do *ChemSketch* para o Ensino de Química Orgânica (produto); Divulgação e avaliação do Guia Prático de utilização do *ChemSketch* através de um minicurso; Elaboração da versão final do Guia Prático de Utilização do *ChemSketch*. Foi verificado que a maioria dos professores participantes não utilizavam *softwares* em suas aulas, não conheciam o *ChemSketch* e nem participaram de formações continuadas que abordaram as TICs no Ensino de Química. Entretanto, foi defendido que programas químicos são ferramentas importantes para estimular os alunos a aprenderem Química, possibilitando aulas mais dinâmicas e interativas. Além disso, evidenciou-se que as formações iniciais e continuadas precisam abordar mais as TICs de maneira prática, estimulando a utilização dessas ferramentas na Educação Básica.

Palavras-chave: *ChemSketch*. Ensino de Química. TICs.



## ABSTRACT

The use of Information and Communication Technologies (ICTs) has been increasingly considered on Chemistry Teaching. These tools can contribute to teaching work and can stimulate students to have a more interactive and relevant participation in the learning process. Educational software allow you to perform certain tasks, promoting a better understanding of school subjects, guaranteeing students a more meaningful and reflective education. Especially in organic chemistry, molecular structuring programs are able to virtualize flat and three-dimensional structures, reducing the difficulty of understanding the representational level of chemistry. Among these softwares, ChemSketch is one of the most accessible and with great potential for use in schools. This study was based on the question: How to use ACD/ChemSketch Freeware software as a media tool in Organic Chemistry Teaching process in high school, considering its potential and limitations in the context of basic education in the State of Acre? In that sense, this project aims to provide contributions to organic chemistry teaching process, by using the ChemSketch. The steps of the work were in-depth study of ChemSketch software; writing a guide for ChemSketch use for organic chemistry teaching (educational product); dissemination and evaluation of the use of ChemSketch Practical Guide in training course; drafting the final version of the ChemSketch Practical Guide. It was found that most participating teachers do not use software in their classes, did not know ChemSketch nor participated in continuing education that addressed ICTs in Chemistry Teaching. However, it was argued that chemical programs are important tools to stimulate students to learn chemistry, enabling classes more dynamic and interactive. In addition, it was observed that the initial and continuing formation need to address more ICT in a practical way, encouraging the use of these tools in the Basic Education.

Key words: *ChemSketch*. Chemistry teaching. ICTs.

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>1.1 Apresentação da Pesquisa.....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 Pergunta da Pesquisa.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 Pressuposto Teórico.....</b>	<b>10</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>51</b>
<b>2.1 Geral .....</b>	<b>51</b>
<b>2.2 Específicos .....</b>	<b>51</b>
<b>3 METODOLOGIA .....</b>	<b>52</b>
<b>4 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>55</b>
<b>4.1 Relato do minicurso.....</b>	<b>55</b>
<b>4.2 Resultados do Questionário Inicial .....</b>	<b>61</b>
<b>4.3 Resultados do Questionário Final .....</b>	<b>69</b>
<b>4.4 Apresentação das atividades propostas.....</b>	<b>78</b>
<b>5 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>6 PRODUTO EDUCACIONAL .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>
<b>APÊNDICES – QUESTIONÁRIOS INICIAL E FINAL.....</b>	<b>97</b>

# 1 INTRODUÇÃO

## 1.1 Apresentação da Pesquisa

A massificação da informática na sociedade moderna tem proporcionado um acesso rápido aos conhecimentos construídos pela humanidade. Mesmo com a facilidade com que as informações podem ser acessadas, é importante que o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) seja estudado e avaliado, principalmente em um ambiente educativo contemporâneo.

Na Química, assim como nas outras ciências, a utilização de TICs pode contribuir com o trabalho docente e com a aprendizagem dos alunos. As possibilidades são inúmeras. Por exemplo, *softwares* podem ser utilizados para a realização de experimentos virtuais, para a investigação de propriedades de substâncias e para a visualização tridimensional de moléculas.

Programas de estruturação molecular permitem o desenho de estruturas moleculares, sendo que em alguns deles também são possíveis a manipulação e a visualização das moléculas em três dimensões (3D). Tais funcionalidades podem ser aproveitadas pelos professores para facilitar a aprendizagem dos alunos em determinados conteúdos de Química e de outras disciplinas.

Um destes *softwares* é o *ACD/ChemSketch Freeware*. Este programa de estruturação molecular permite a realização de diversas ações que podem ser trabalhadas em um ambiente escolar. O *ChemSketch* pode auxiliar professores, alunos e pesquisadores, uma vez que, além de permitir o desenho de estruturas químicas, possibilita investigar várias propriedades físicas e químicas destas substâncias.

A pesquisa “A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO ACRE”, poderá estimular, especialmente professores de Química da Educação Básica de Rio Branco (AC), à adoção deste programa como uma ferramenta dentro do contexto de ensino e aprendizagem de Química. Além disso, a

elaboração do produto deste mestrado profissional, o *Guia Prático de Utilização do ChemSketch*, poderá ser um importante material de apoio para que esses profissionais dominem as principais funcionalidades do *software*.

## 1.2 Pergunta da Pesquisa

A Pergunta da Pesquisa que este trabalho buscou responder é: Como utilizar o *software ACD/ChemSketch Freeware* como ferramenta midiática no processo de Ensino de Química Orgânica no Ensino Médio, considerando suas potencialidades e limitações, no contexto da Educação Básica no Estado do Acre?

## 1.3 Pressuposto Teórico

### 1.3.1 *As Novas Tecnologias de Informação e Comunicação: potencialidades para o Ensino de Química*

#### 1.3.1.1 *A Química, o Ensino de Química e suas contribuições para a formação cidadã*

A Química é uma Ciência dinâmica do macro ao microscópico. Contudo, estudá-la não é algo atraente para grande parte dos alunos da Educação Básica. Del Pino e Frison (2011) propõem que isso se deve à maneira com a qual a Química tem sido historicamente trabalhada nas escolas. Eles afirmam que,

O ensino de química tradicional é fruto de um processo histórico de repetição de fórmulas, definições e classificações, proposta didática aparentemente bem-sucedida, se o propósito é a memorização de informações. Distribuição de elétrons na estrutura extra nuclear do átomo, classificação de substâncias e de reações químicas, cálculos químicos envolvendo aplicação direta de fórmulas matemáticas, são alguns exemplos característicos desta proposta. Ao tratar a química unicamente do ponto de vista formal, o ensino tradicional deixa de lado os fenômenos reais. É uma química de quadro-negro onde tudo é possível (DEL PINO & FRISON, 2011, p. 2).

Isso mostra que o Ensino de Química tem se apresentado desvinculado da realidade dos alunos, pois, abordado dessa maneira conteudista, dificulta que os alunos consigam reconhecer a Química nos processos cotidianos e o reflexo desta ciência nas tecnologias e na sociedade. Nesse aspecto, Rezzadori e Cunha (2005) alertam para a má fama que o Ensino de Química remete, uma vez que consideram que há uma baixa qualidade e quantidade de propostas de ensino, ficando geralmente restritas ao conteúdo dos livros didáticos.

Porém, de maneira nenhuma se pode admitir que, devido a essa situação, a Química perde sua importância na sociedade e em seu progresso. Del Pino e Frison (2011) ressaltam que o contexto moderno em que a sociedade está inserida demanda uma série de produtos e processos novos, nos quais os conhecimentos químicos da matéria e suas transformações são essenciais. O grande desafio é, como professores e amantes da Química, superar os obstáculos que atrapalham um maior interesse dos estudantes por essa Ciência.

Essa superação não ocorrerá de maneira fácil. Não é apenas a necessidade de maior esforço, mas de conhecer melhor o Ensino de Química e como ele pode ser trabalhado de forma mais atraente e dinâmica. Nesse sentido, primeiramente é importante que os conceitos estruturantes do conhecimento químico estejam claros. Mortimer e Machado (2007) apresentam esses focos em uma relação triangular (Figura 1).

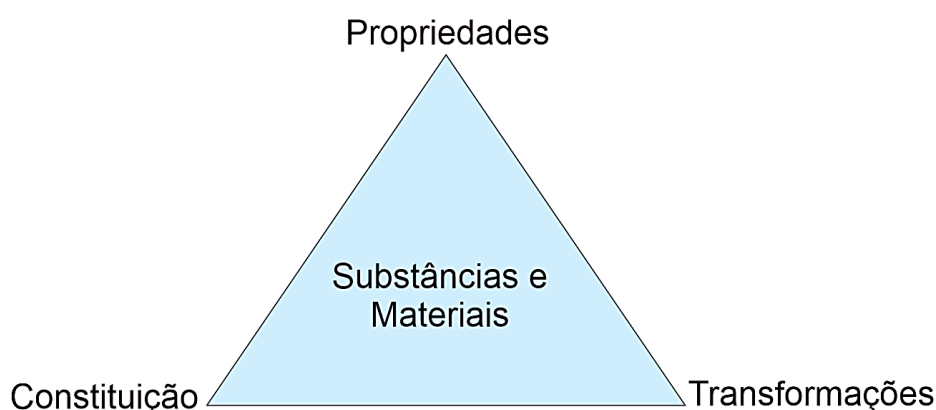


Figura 1. Focos de interesse da química.  
Fonte: Mortimer e Machado (2007).

É notório que, mesmo com focos bem definidos, a Química se constitui como uma Ciência interdisciplinar. As substâncias e os materiais estudados por ela estão inseridos em todo um contexto social que remete a fatores de cunho econômico, tecnológico e ambiental. Del Pino e Frison (2011) e Mortimer e Machado (2007) trazem a mesma reflexão sobre um outro olhar: os níveis do Conhecimento Químico. Nessa perspectiva, a Química é identificada como uma Ciência de característica fenomenológica, teórica e representacional (Figura 2).

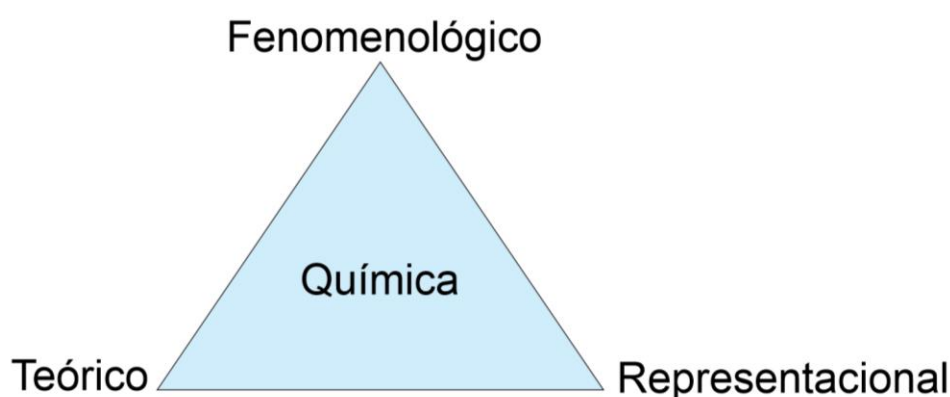


Figura 2. Aspectos do conhecimento químico.  
Fonte: Adaptado de Mortimer e Machado (2007).

A importância de cada um destes aspectos do Conhecimento Químico são apresentados por Del Pino e Frison (2011).

O aspecto fenomenológico diz respeito aos fenômenos de interesse da química. Estes não se limitam àqueles que podem ser reproduzidos em laboratório, mas que também podem ser materializados nas atividades sociais, como nos supermercados, nos postos de gasolina, entre outros. O aspecto teórico se relaciona a informação de natureza atômico-molecular, envolvendo explicações baseadas em modelos abstratos e que incluem entidades não diretamente observáveis como átomos, moléculas, íons, elétrons, entre outras entidades químicas. Os conteúdos químicos de natureza simbólica estão agrupados no aspecto representacional, que compreende informações inerentes à linguagem química, como fórmulas e equações químicas, representações dos modelos, gráficos e equações matemáticas. A linguagem é o conhecimento básico que permite a comunicação entre professor, aluno e materiais educativos através do compartilhamento de significados. (DEL PINO & FRISON, 2011, p. 4).

Compreender e refletir sobre esses aspectos é essencial para o sucesso do processo de ensino e aprendizagem de Química. Ela perde sua essência se esses três níveis não forem adequadamente inter-relacionados. Cabe ao professor fazer a homogeneização dos níveis teórico, representacional e fenomenológico. Na prática escolar, isso pode produzir uma mistura capaz de fazer com que os educandos aprendam Química de maneira mais significativa e prazerosa.

Nesse sentido, o nível teórico explica o fenomenológico partindo da premissa de que existem entidades submicroscópicas que estão interagindo. O representacional tem como função colocar o teórico por escrito, em fórmulas, desenhos e figuras próprias. Para Bona (2009), a compreensão da química é difícil, principalmente devido seu alto grau de abstração, caracterizado pelo nível representacional.

Tal situação mostra a importância de se trabalhar o nível representacional da química de forma diferenciada. A presença fundamental de elementos abstratos exige dos educandos, níveis cognitivos que alcancem as operações formais sugeridas por Jean Piaget (WADSWORTH, 1995). Mesmo abstrato, metodologias educacionais podem facilitar o aprendizado nesse nível da Química. Modelos digitais, atividades práticas e lúdicas, são alternativas à forma tradicional de ensino, ainda presentes nas escolas brasileiras.

Sendo assim, é necessária a utilização de um modelo organizacional conceitual que aborde os temas dentro da contextualização da realidade brasileira, envolvendo os aspectos interdisciplinares e do movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade, CTS. Esse novo paradigma de educação para a cidadania vem alterar significativamente a atual forma do Ensino de Química, propondo uma abordagem diferente dos conteúdos, metodologias, organização do processo de ensino aprendizagem e métodos de avaliação. As metodologias do Ensino de Química devem então, não buscar o mero repasse de conteúdos, mas objetivar ensiná-los de forma que permitam a formação de cidadãos, possibilitando que o Conhecimento Químico esteja presente em suas concepções como seres humanos únicos e sociais (SCHNETZLER, 2002).

A experimentação na Química, como também em outras áreas do conhecimento, permite ao estudante uma melhor compreensão dos fenômenos observados através da capacidade de abstraí-los. Essas atividades visam aproximar os objetos concretos das concepções teóricas formuladas, criando idealizações e, conseqüentemente, produzindo mais saberes sobre esses objetos (MALDANER, 2000). Nesse sentido, percebe-se que a realização de práticas experimentais podem ser uma boa alternativa para promover a aprendizagem de maneira mais atrativa e interativa.

Além da prática experimental, o professor de Química pode buscar outros métodos de ensino que possam deixar o ambiente em sala de aula mais produtivo. Nesse sentido, Rezzadori e Cunha (2005) afirmam:

O início de uma mudança na prática pedagógica pode dar-se a partir da produção de material didático a ser utilizado em sala de aula, pois esta tarefa coloca o profissional diante de um conjunto de escolhas que contribui muito para a sua formação e melhora a qualidade do ensino. Dentre estas escolhas, está a tomada de decisão quanto ao tipo e complexidade do conteúdo escolar a ensinar, o espaço/tempo e os recursos disponíveis. Ao produzir e experimentar materiais didáticos elaborados por ele, o docente, além de avaliar a qualidade e a eficiência dos materiais a serem utilizados, se mostra um profissional comprometido com a transformação do fazer pedagógico na escola. É tarefa também do professor envolver os alunos em discussões de problemas que lhes são mais próximos (REZZADORI & CUNHA, 2005, p. 178).

O avanço da informática trouxe uma ferramenta em potencial para fazer parte dos recursos didáticos que o professor dispõe para ministrar suas aulas: o computador. Eichler e Pino (2000), discorrendo sobre esse assunto, comentam:

[...] supõe-se que a união de recursos tecnológicos e humanos com a disponibilidade de ferramentas qualificadas para a aprendizagem poderá resultar em inovações nas estratégias e metodologias de ensino e/ou aprendizagem das diversas áreas de conhecimento [...].

[...] no panorama tecnológico atual, existem diversas alternativas para a aprendizagem com o uso do computador, tais como a comunicação e a consulta de informações distribuídas pela Internet ou o uso de *softwares* educacionais (EICHLER & PINO, 2000, p. 835).



Ainda enfatizando o uso de computadores como instrumento no processo de ensino e aprendizagem, Giordan (1999) descreve que:

Acreditamos que as simulações computacionais podem ser orquestradamente articuladas com atividades de ensino, sendo, portanto, mais um instrumento de mediação entre o sujeito, seu mundo e o conhecimento científico. Para tanto, há que se experimentar e teorizar muito sobre a educação científica, com um olho no passado e outro no futuro, mas, sobretudo com a consciência viva no presente (GIORDAN, 1999, p. 49).

É tomando como ponto referencial o uso das tecnologias nos processos educacionais, que se buscará apresentar, a seguir, uma reflexão sobre as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) e o Ensino de Química.

### *1.3.1.2 Tecnologias no Ensino de Química*

“As tecnologias são tão antigas quanto a espécie humana” (KENSKI, 2007, p. 15). Esta frase contrapõe a ideia de que a tecnologia é um advento da modernidade. A autora expõe que foi justamente a criatividade humana, em suas diferentes épocas, que permitiu o desenvolvimento de todas as tecnologias que se têm à disposição hoje. Ela afirma ainda que tecnologia é poder, remetendo aos tempos da Idade da Pedra, onde o homem começou a ter o domínio de artefatos para impor controle sobre a natureza e sobre outros homens.

Agora, o que é tecnologia? A resposta desta pergunta é relativa. Dependendo das diferentes concepções filosóficas que cada indivíduo possui, cada olhar sobre ela pode ser diferente. Alguns podem afirmar que a tecnologia é um conjunto de avanços de base científica que o homem domina para seu próprio benefício. Outros podem dizer que a tecnologia é um acúmulo de descobertas que a humanidade fez, mas que esta mesma não exerce domínio, mas é dominada pelas tecnologias impostas pela contemporaneidade. Talvez, outros possam defender ideias diferentes destas

apresentadas e mesmo assim compreender o que tecnologia é o que ela representa nos dias de hoje.

Cupani (2004) descreve uma reflexão de base filosófica sobre a tecnologia. Ele apresenta as concepções de três estudiosos: Mário Bunge (enfoque analítico); Albert Borgmann (enfoque fenomenológico); e, Andrew Feenberg (enfoque da filosofia crítica). Em comum, cada um destes olhares apresenta compreensões sobre o que é tecnologia, considerando suas relações com o homem e com a sociedade.

Bunge adota uma visão de tecnologia diretamente relacionada com o conhecimento científico, todavia pontua que ela não pode ser reduzida à utilização deste tipo de conhecimento. Em Cupani (2004), é relatado que

Bunge entende por técnica o controle ou a transformação da natureza pelo homem, o qual faz uso de conhecimentos pré-científicos. A tecnologia, por sua vez, consiste na técnica de base científica (CUPANI, 2004, p. 3).

Andrew Feenberg apresenta uma base teórica sobre a filosofia da tecnologia, trazendo em evidência aspectos sociais e filosóficos como poder, quem domina e que é dominado pela tecnologia, eficiência e racionalidade tecnológica. Ele afirma que

A tecnologia é um fenômeno de dois lados: por um lado o operador, por outro objeto. Onde operador e objeto são seres humanos, a ação técnica é um exercício de poder. Onde, além disso, a sociedade está organizada em torno de tecnologia, potência tecnológica é a principal forma de poder na sociedade (FEENBERG, 2005, p. 49).

Já para Borgmann, a tecnologia é uma forma em que o homem lida com o mundo, por meio de um padrão entrelaçado com a vida cotidiana. Ele enfatiza a importância dos dispositivos e como eles estão inseridos em nossa vida, afirma ainda que

A tecnologia se torna mais concreta e evidente em dispositivos (tecnológicos), em objetos, como aparelhos de televisão, plantas de aquecimento central, automóveis e similares. Dispositivos, portanto, representam casos claros e acessíveis do padrão ou paradigma da tecnologia moderna. (BORGAMAM, 1984, p. 3)

Mas até que ponto as pessoas devem encarar a tecnologia como a solução de problemas, principalmente, àqueles relacionados à educação? Comparando a um remédio, não adianta ele existir, ele deve ser administrado de maneira correta e, às vezes, vários deles são indicados para um mesmo tratamento. É fato também que nem sempre ele devolve a saúde para aquele que o usou. Muitas tecnologias existem, mas até que ponto elas vêm sendo bem usadas na educação? Até que ponto a tecnologia pode auxiliar nos processos de ensino?

Sampaio e Elia (2012) expressam que

As propostas de inovação, por terem apelos de sedução, já que muitas vezes envolvem o uso de TICs acompanhadas de discursos promissores sobre seus efeitos benéficos na resolução dos problemas educacionais, tendem a escamotear a realidade complexa deste processo. Isto, porque, seja de natureza vertical ou horizontal, toda mudança provoca certo grau de incerteza e insegurança, já que interfere nos hábitos e rotinas institucionalizadas, despertando diferentes atitudes e percepções (SAMPAIO & ELIA, 2012, p. 36).

Este trabalho visa trazer contribuições para que essas incertezas e inseguranças possam ser atenuadas dentro do contexto da prática docente. É possível colocar as TICs em seu lugar dentro dos processos educativos. Não como a essência do processo de ensino e aprendizagem, não com fim em si mesmas, mas como ferramentas que possam ajudar a alcançar o objetivo da educação. É possível ensinar sem TICs, mas também não se pode negar que elas trazem possibilidades novas e que podem auxiliar os processos educativos e a prática docente. Benite e Benite (2008) ressaltam que vivemos em um momento de grandes avanços nas comunicações entre os povos através das tecnologias da comunicação e informação.

Apesar de ser um fenômeno global e generalizado, é a educação que mais está sendo afetada por esta onda tecnológica. Contudo eles advertem que

Quando se depende de algo cujo funcionamento não se entende, corre-se um grande risco de nos tornarmos seu escravo. Daí a importância de a informatização da sala de aula ser precedida de uma reflexão que envolva todos os participantes: professores, alunos, equipes pedagógica e administrativa e a comunidade de um cuidadoso processo de capacitação. Evita-se, assim, dependência da tecnologia (e futura desilusão), desperdício de tempo, de recursos humanos e financeiros. É indispensável que a informatização seja “pensada” a partir do projeto político-pedagógico específico para uma determinada escola (BENITE & BENITE, 2008, p. 14)

Assim como a definição de tecnologia, as TICs podem ser entendidas de maneiras diferentes, podendo ou não serem associadas aos ambientes educativos. Contudo, é interessante e clara a definição expressado por Tavares e colaboradores ao dizerem que as TICs constituem em “um conjunto de recursos tecnológicos que podem proporcionar comunicação e/ou automação de diversos tipos de processos em diversas áreas e principalmente no ensino e na pesquisa” (TAVARES et al., 2013, p. 156). Dizem ainda que as escolas com acesso a tecnologias, como o computador, podem utilizá-los como ferramenta do processo de ensino e aprendizagem.

Giordan (2005) alerta para o fato de que o computador, sendo usado para fortalecer a educação, estará sujeito a um complexo sistema de relações culturais, políticas, econômicas e fundamentalmente educacionais. Kenski (2007, p. 53) também diz que “as novas tecnologias digitais não oferecem aos seus usuários um novo mundo, sem problemas”. Ou seja, as tecnologias, especialmente educacionais, não representam a salvação e a libertação dos gargalos enfrentados por cidadãos e educadores. Por outro lado,

A inserção das TICs na educação pode ser uma importante ferramenta para a melhoria do processo de ensino-aprendizagem. Essas tecnologias podem gerar resultados positivos ou negativos, dependendo de como elas sejam utilizadas. Entretanto, toda a técnica nova só é utilizada com desenvoltura e naturalidade no fim de um longo processo de apropriação. No caso das TICs,

esse processo envolve claramente duas facetas que seria um erro confundir: a tecnológica e a pedagógica (LEITE & RIBEIRO, 2012, p. 4).

Os processos educativos podem ser transformados para melhor e, para isso, as tecnologias podem desempenhar um papel importante. Todavia, elas não podem ser, principalmente na Educação Básica, o objetivo final dos processos de ensino e aprendizagem. A educação é o fim, as tecnologias são alguns dos possíveis meios para que ela seja alcançada.

Assim como afirmam Benite e Benite (2008), é necessário que a escola integre as TICs às suas práticas, pois é notório que essas tecnologias já estão difundidas profundamente em nossa sociedade. Esses autores também sugerem que as escolas podem atuar como compensadoras de desigualdades sociais e regionais que o acesso desigual às TICs está gerando.

Para Melo e Melo (2005), é um equívoco tomar o computador como uma ferramenta que sozinha resolverá problemas relacionados à educação. Segundo eles, isso acabou frustrando os docentes, especialmente os de Química, no que se refere ao uso das novas tecnologias e sua importância no processo de ensino-aprendizagem. Tal equívoco deve ser rompido (ou amenizado) para que as TICs sejam inseridas perenemente na didática dos professores de Química. Para tal, é necessário olhar esse contexto considerando os processos de aprendizagem e de desenvolvimento.

Santiago (2010) e Gabini (2005 e 2008), indicam que são os professores que constituem o sujeito das pesquisas em Ensino de Química com foco nas TICs. De fato, são os docentes os maiores protagonistas do processo de ensino e aprendizagem, pois eles são os pontos de referência para os alunos, são eles que propõem uma ou outra prática metodológica, são eles que são responsabilizados pelas reprovações dos alunos.

Entende-se também que não existiria professor sem alunos, mas investir na formação e estimular aqueles que exercem a função do ensinar, significa investir e estimular a formação dos próprios educandos. Concorda-se que os recursos digitais,

principalmente a *internet e softwares*, são elementos básicos para a formação de professores, seja inicial, seja continuada (SERRA, 2009).

Nesse sentido, Tavares e colaboradores (2013) trazem uma série de reflexões importantes sobre o papel do professor dentro de um contexto escolar onde as TICs estão inseridas. Para eles,

[...] Para que promova o uso de computadores na escola como um processo de ensino-aprendizagem é necessário que o professor tenha um conhecimento de informática que possa usar como uma fonte de aprendizado[...]

[...] Contudo, o professor não precisa ser expert em informática, mas é necessário que ele tenha um conhecimento razoável na área, pois, deve saber utilizar *softwares* que facilitem a transmissão de conhecimento e o trabalho dos alunos. [...]

[...] Para o professor que tem dificuldade de usar as tecnologias de informação e comunicação, faz-se apropriado que o professor busque novos conhecimentos por meio de cursos e de formação continuada. [...] (TAVARES et al., 2013, p. 158 e 159).

Giordan (2005) reflete sobre as transformações que os computadores trouxeram no trabalho dos professores. Diferentemente do que ocorreu em outras atividades, nas quais o computador substituiu muitos postos de trabalho humano, na docência isso não aconteceu. Para ele, há uma demanda maior por esse profissional hoje do que em épocas passadas devido ao aumento populacional, e não por algum “milagre” tecnológico.

Porém, Santiago (2010) afirma que os professores da rede estadual de ensino público de Manaus (AM) não receberam instruções específicas adequadas sobre a utilização das TICs no Ensino de Química durante a graduação e nem mesmo nos cursos de formação continuada oferecidos pelos órgãos públicos. A mesma autora observou que as ferramentas tecnológicas mais utilizadas eram os televisores e o computador, para prepararem aulas, mas não nas aulas.

Os resultados de Gabini (2005) também confirmam que, se bem planejadas e executadas, as atividades pedagógicas permeadas por recursos digitais têm grandes chances de serem bem-sucedidas. Sair da rotina da aula expositiva tradicional já pode trazer um interesse maior dos alunos para as aulas, deixando-os mais atenciosos e dispostos para aprender. Entretanto, mesmos que as aulas não sejam essencialmente expositivas, é importante que as atividades alternativas a este tipo de metodologia, sejam planejadas e desenvolvidas com foco no aluno e no seu aprendizado.

É preocupante o resultado que Gabini (2008) apresenta em sua tese quanto ao mal aproveitamento dos espaços voltados para as formações continuadas. Infelizmente, sabe-se que laboratórios, computadores, *tablets* e outros materiais disponibilizados pela Secretaria de Educação ou pela própria escola, muitas vezes não são utilizados, por diversos motivos, pelos professores. Essa situação também foi relatada por Santos e Azevedo (2012).

Apesar de muitas escolas possuírem estas tecnologias, as mesmas não são utilizadas como deveriam, ficando muitas vezes trancadas em salas isoladas e longe do manuseio de alunos e professores, por não conseguirem interligar estes recursos às atividades pedagógicas (SANTOS & AZEVEDO, 2012, p. 3).

Em Gabini (2008), percebe-se que o professor tem vontade de mudar suas práticas, mas muitas dessas vontades não se materializam nas salas de aulas por vários motivos. Entretanto, um maior incentivo para que os professores superem suas angústias, acompanhado de um programa de formação continuada eficiente e melhorias nos espaços digitais nas escolas, são ingredientes fundamentais para que as TICs estejam mais presentes nas aulas de Química.

Tavares e colaboradores (2013) exaltam o potencial das tecnologias no Ensino de Química. Mas, para eles é necessário que as TICs sejam manipuladas de forma apropriada, para que assim elas possam propiciar ao aluno uma visão mais ampla do assunto estudado, possibilitando uma melhor compreensão dos conteúdos, não deixando de lado a realidade do aluno. Desta forma, o conhecimento mediado

pela tecnologia pode facilitar a transposição didática dos conteúdos estudados em Química, transformando uma aprendizagem superficial em significativa.

### **1.3.2 Teorias da Aprendizagem e as TICs**

#### *1.3.2.1 Como o indivíduo aprende?*

Compreender como um indivíduo aprende e se desenvolve é essencial para quaisquer atividades educacionais, especialmente àquelas trabalhadas em um ambiente escolar. Entender as características de um aluno dentro de contextos sociais, biológicos e psicológicos, induz, obrigatoriamente, a cada professor refletir sobre suas próprias práticas pedagógicas. Aprender ou não determinado conteúdo envolve uma série de fatores, não apenas os cognitivos. É necessária uma reflexão ampla sobre o contexto escolar, familiar, social e individual de cada aluno. Nesse sentido,

Sabemos que a educação é um cenário de diversidade, tanto se tratando de alunos quanto de professores, composto por uma complexidade de problemas. Sendo assim, não podemos centralizar totalmente os problemas de desenvolvimento cognitivo do aluno no desinteresse do mesmo ou na família e meio no qual ele está inserido, pois existem profissionais que estão bloqueados para a inovação educativa, sendo que esta é necessária para tentar minimizar os problemas de aprendizagem (SILVA, 2012a, p. 3).

O caminho para uma aprendizagem eficiente depende, como já foi observado, de muitos fatores. A ação do professor, o tipo intelectual do aluno, as oportunidades oferecidas pelo ambiente imediato da escola, e até o interesse de vida do aluno. Devido a isso, a escola não pode ser mais encarada como uma máquina de alfabetização. Espera-se que os alunos sejam levados à uma formação crítica e capaz de compreender e transformar o meio em que vivem. Considerando o contexto escolar, onde se espera que cada indivíduo aprenda e desenvolva suas potencialidades. Lopes (2000) afirma que



A vivência do cotidiano escolar nos tem evidenciado situações bastante questionáveis neste sentido. Percebe-se, de início, que os objetivos educacionais propostos nos currículos dos cursos apresentam confusos e desvinculados da realidade social. Os conteúdos a serem trabalhados, por sua vez, são definidos de forma autoritária, pois os professores, via de regra, não participam dessa tarefa. Nessas condições, tendem a mostrar-se sem elos significativos com as experiências de vida dos alunos, seus interesses e necessidades (LOPES, 2000, p. 41)

A atual situação do ensino básico, especialmente o Ensino Médio, no Brasil é muito preocupante. Recentemente, a revista Isto É (ISTO É, 2013, p. 52-56) publicou uma pesquisa que mostra que a metade dos alunos entre 15 e 17 anos não estão matriculados no Ensino Médio. Entre os vários motivos apresentados para justificar essa realidade, pode-se destacar a defasagem ano/série e a inadequação da escola à vida, às expectativas e às necessidades da juventude.

Nardi (2009) afirma que a escola “mata” a natural curiosidade que as crianças têm em aprender, descobrir algo novo. Esse “assassinato”, segundo o autor, é provocado por um ensino pobre, defasado e aquém das reais necessidades e interesses dos jovens. Até aqui, uma questão parece emergir: como contribuir para que os alunos tenham maior interesse nos conhecimentos que são ensinados nas escolas? A resposta desta questão tão importante, com absoluta certeza, não está dissociada da própria compreensão de como um ser humano aprende, como ele aprende melhor. As imensuráveis contribuições educacionais de Piaget e Vygotsky são pontos norteadores para que seja concebida uma educação mais compreensiva, interativa e interessante a qualquer sujeito do processo de ensino e aprendizagem.

O desenvolvimento tecnológico vivenciado atualmente tem se enraizado em todas as faixas etárias da sociedade. Contudo, dominar certas habilidades em informáticas, tais como o acesso as redes sociais e manuseio básico dos sistemas operacionais, podem não ser o suficiente para garantir a utilização das TICs como ferramentas educacionais. Mesmo com esse patamar tecnológico que a sociedade e a escola convivem atualmente, destaca-se que

Para que o processo ensino/aprendizagem tenha êxito, é necessária uma interação entre aluno-professor, de modo que o professor e sua prática pedagógica oportunize condições para que o aluno explore seu conhecimento e consiga reconstruí-lo interagindo uns com os outros na busca de soluções de situações problemas. Além disso, é importante resgatar o prazer de estudar pelos discentes por meio da valorização da criatividade e do pensamento, da inserção ao uso de novas metodologias na busca de motivação para uma aprendizagem mais significativa, procurando promover um ambiente construtivista com integração entre os professores e os seus conteúdos de ensino, na tentativa de evitar o enfadonho, o comodismo, o desinteresse e o desânimo (CABRERA & SALVI, 2005, p. 9).

Nesse aspecto, os trabalhos de Jean William Fritz Piaget (1896 – 1980) e Lev Semenovitch Vygotsky (1896 – 1934) são alicerces para discussão sobre teorias de aprendizagem e desenvolvimento de um indivíduo. Apesar das notáveis diferenças entre as concepções desses dois pensadores, não se pode deixar de acentuar que ambos concebiam a criança (ou jovem) como um ser ativo e que interage com o meio ambiente que o cerca.

Essas questões apontam para a necessidade de se refletir sobre as bases das teorias de Piaget e Vygotsky e entender como elas permeiam o contexto das TICs no Ensino de Química, em especial nas escolas públicas.

#### *1.3.2.2 Jean Piaget e a epistemologia genética*

Os principais conceitos da Teoria de Aprendizagem de Piaget, a seguir apresentados, estão baseados no livro “Inteligência e afetividade da criança na teoria de Jean Piaget” de Wadsworth (1995). Jean Piaget desenvolveu uma teoria de aprendizagem denominada Epistemologia Genética, na qual buscava compreender o desenvolvimento da inteligência do ser humano e o processo de conhecimento, utilizando para isso o método clínico.

O foco maior de Piaget, segundo Wadsworth (1995), estava no comportamento da criança e como sucede sua interação com o meio ambiente, com os objetos e com outras pessoas. Nesse aspecto, ele adotou a linha interacionista,

uma vez que supera o materialismo mecanicista e suas implicações educacionais. Assim, para aprender é necessária interação.

Contudo, talvez influenciado pela sua formação em biologia, Piaget (WADSWORTH, 1995) afirma que não se pode ver uma atividade intelectual dissociada do funcionamento biológico do organismo do ser pensante. Esquema, assimilação, acomodação e equilíbrio, são os quatro conceitos fundamentais para explicar o desenvolvimento cognitivo do ser humano.

- Esquema: São estruturas mentais ou cognitivas pelas quais os indivíduos intelectualmente se adaptam e organizam o meio;
- Assimilação: É o processo cognitivo pelo qual uma pessoa integra um novo dado perceptual, motor ou conceitual nos esquemas já existentes;
- Acomodação: Acomodação é a criação de novos esquemas ou a modificação de velhos esquemas, resultando em uma mudança na estrutura cognitiva ou no seu desenvolvimento;
- Equilíbrio: É um processo auto regulador cujos instrumentos são assimilação e acomodação, permitindo que a experiência externa seja incorporada na estrutura interna (esquemas).

Adotando a tese de que o desenvolvimento se processa de forma contínua, não abrupta, Piaget (WADSWORTH, 1995) ousou em categorizar as fases do desenvolvimento cognitivo em quatro estágios, a saber:

- Estágio da inteligência sensório-motora (0 - 2 anos);
- Estágio do pensamento pré-operacional (2 - 7 anos);
- Estágio das operações concretas (7 - 11 anos);
- Estágio das operações formais (11 - 15 ou mais).

Nesse aspecto, refletindo as ideias de Piaget, Chakur (1995) afirma que:

O conhecimento consiste essencialmente de processos operativos que chegam a transformar o real, quer em ações quer em pensamentos, para

perceber o mecanismo dessas transformações e assimilar, assim, os acontecimentos e os objetos a sistemas de operações (ou estruturas de transformações) (CHAKUR, 1995, p. 45).

Trazendo um olhar pedagógico nessas ideias defendidas por Piaget, o conhecimento não é apenas transmitido, mas é construído pela atividade do próprio sujeito, sendo que a escola precisa ser encarada como um lugar de exploração e descoberta. Desta maneira, o professor se constitui como um facilitador e estimulador de todo o processo de ensino e aprendizagem.

### **Piaget e o Ensino de Química**

Aprendizagem e desenvolvimento são fundamentais para a estruturação dos processos educativos. Segundo Wadsworth (1995), Piaget defende que a aprendizagem sucede em um ambiente em torno das crianças (interação) e que ela só é evidenciada após o desenvolvimento orgânico do indivíduo. Considerando as faixas etárias dos estágios de desenvolvimento apresentados por Piaget (1998), nota-se que os alunos que cursam o Ensino Médio (geralmente entre 15 a 17 anos) já estejam das operações formais (11-15 anos ou mais).

Desta forma, ao serem desenvolvidas atividades interativas baseadas nas TICs, espera-se que os alunos tenham a capacidade de raciocinar logicamente em função das superações dos desafios propostos nas aulas de Química. Maia e colaboradores (2013) dizem que a Química requer dos alunos que estes estejam no nível formal para compreensão dos conceitos.

Piaget (1998) afirma que educar é adaptar o indivíduo ao meio social ambiente. Essa afirmação sugere que para educar nos dias de hoje, na sociedade tecnológica atual, é importante considerar a utilização das tecnologias de comunicação e informação disponíveis em situações de ensino e de aprendizagem.

Nesse sentido, a importância do professor não pode ser reduzida, uma vez que ele pode escolher como ensinar seus alunos. Para Souza e Bezerra (2013), o

próprio Piaget aponta como objetivo da docência promover o desenvolvimento de cidadãos capazes de agir sobre coisas novas e não apenas repetindo o que gerações passadas fizeram. Ser criativo, inovador, descobridor, são virtudes esperadas para a formação de qualquer indivíduo. Nesse contexto, as TICs podem ser excelentes ferramentas do processo de ensino e aprendizagem.

Piaget (2010) traz uma reflexão crítica sobre a escola e sua tendência de promover o desenvolvimento do aluno com base na transferência dos conteúdos e da autoridade do adulto. Ele defende uma pedagogia ativa no qual o aluno assume um papel de redescobridor ou reconstrutor do conhecimento. Em suas palavras:

Quantas escolas falam de desenvolvimento, de interesse, de atividade espontânea etc. quando, na verdade, trata-se apenas de desenvolvimento previsto no programa, de interesses obrigados e de atividades sugeridas pela autoridade do adulto. O verdadeiro critério de uma pedagogia ativa (forma de educação tão rara atualmente quanto no século XVII) baseia-se, nos parece, no modo de aquisição da verdade: não há atividade autêntica, enquanto o aluno aceite a verdade de uma afirmação somente porque ela é transmitida pelo adulto com toda a força da autoridade explícita ou implícita da palavra do professor ou do texto do manual; há atividade, ao contrário – quando o aluno redescobre ou reconstrói a verdade com base em ações materiais ou interiorizadas – que consistem em experimentar ou raciocinar por si mesmo. (PIAGET, 2010, p. 24)

Silva (2012a), discorre sobre um trabalho intitulado “Piaget para Químicos” de Herron (1975). Novamente, fica claro que os conteúdos trabalhados na Química demandam que os alunos estejam no estágio operacional formal. Ainda tendo como foco Piaget e o Ensino de Química, o autor apresenta as implicações da teoria piagetiana no processo de ensino e aprendizagem, afirmando que os objetivos pedagógicos devem estar direcionados aos interesses dos alunos e que os conteúdos trabalhados deveriam servir apenas como um processo de evolução natural, não tendo um fim neles próprios.

No estágio das operações formais, um conceito importante da teoria de Piaget, apresentado por Wadsworth (1995), é a abstração reflexiva. Definida como um dos mecanismos pelos quais o processo de construção cognitiva ocorre, essa

abstração é essencial no Ensino de Química devido a necessidade de compreensão de conhecimentos lógicos-matemáticos abstratos. Uma das grandes vantagens das TICs é sua capacidade de apresentar visualmente conceitos antes apenas imaginados mentalmente, facilitando o alcance de níveis cognitivos mais abstratos. Por exemplo, a tridimensionalidade trabalhada na isomeria espacial é muitas vezes difícil de trabalhar com os alunos. Porém, isso pode ser superado com a utilização de tecnologias como modelos estruturais físicos ou digitais.

Sobre isso, Souza e Bezerra (2013) afirmam que o desenvolvimento do raciocínio espacial digital contribui com a capacidade de observação, de assimilação e compreensão dos espaços e objetos. Contudo, não basta inserir as tecnologias nesse desenvolvimento, é primordial que o aluno se interesse e consiga ver e compreender as noções de tridimensionalidade, seja em espaços digitais ou não. Na verdade, se o aluno não se interessar e desejar aprender, dificilmente, mesmo com a utilização das TICs, ele aprenderá aquilo que se busca ensinar.

Carvalho (1983), em um trabalho intitulado “Piaget e o Ensino de Ciências”, alerta para o fato de não se buscar simplificar a complexa teoria de Jean Piaget. A autora afirma também que o raciocínio formal está diretamente relacionado com o Ensino de Ciências. Além disso, ela discorre que:

[...] Não podemos nos limitar a ensinar só ao nível de conhecimento específico, pois não estaríamos dando chance para nossos alunos se desenvolverem quer intelectualmente quer mesmo dentro de nosso próprio conteúdo. [...]

[...] Não podemos reprovar pessoas só porque elas ainda não são capazes de raciocinar formalmente. [...]

[...] É possível que, além de ensinarmos química, estejamos dando oportunidade a eles para que se desenvolvam intelectualmente. [...] (CARVALHO, 1983, p. 76).

Wadsworth (1995) responde a seguinte questão: “O uso do computador é compatível com a teoria de Piaget? ”. Responder essa questão não é algo fácil, uma

vez que a teoria de Piaget é anterior à popularização dos computadores. Entretanto, algumas reflexões podem ser abordadas.

Os computadores, as máquinas, não constroem conhecimento para as crianças, por exemplo, não se aprende a calcular em uma calculadora. Operá-la é diferente de construir os conhecimentos das operações matemáticas. Todavia, mesmo não sendo fontes de conhecimento por si mesmos, os computadores são máquinas que tem o potencial de envolver as crianças, estimulando-as a agir. Nessa ação, nessa interação, muitos conhecimentos podem ser construídos de forma mais rápida e dinâmica.

### *1.3.2.3 Lev Vygotsky e a abordagem histórico-cultural do desenvolvimento cognitivo*

As abordagens conceituais das ideias de Lev Vygotsky estão baseadas no livro “A formação social da mente” (VYGOSTSKY, 1998). O ponto gênese de sua teoria consiste na intrínseca relação existente entre os perfis psicológicos do ser humano com o meio sociocultural em que o indivíduo está inserido. Para ele, o desenvolvimento é mediado pelos instrumentos físicos ou simbólicos, sendo o aspecto social responsável pelos processos psicológicos superiores.

Vygotsky (1998) define esses processos como sendo funções que controlam o consciente do comportamento, a ação intencional e a liberdade do indivíduo em relação às características do momento e do espaço presentes. Essas funções psicológicas superiores, diferentemente das elementares (reflexas, simples e elementares), coordenam diversas atividades internas, tais como: a capacidade de pensar em objetos ausentes, de solucionar problemas e de conceber novos conceitos.

Nesse contexto, Vygotsky (1998) descreve quatro conceitos norteadores para a compreensão das questões psicológicas:

- Filogenético: Desenvolvimento da espécie humana;
- Ontogenético: Desenvolvimento do indivíduo;
- Sociogenético: História dos grupos sociais;

- Microgenético: Desenvolvimento de aspectos específicos do repertório psicológicos dos sujeitos.

O desenvolvimento psicológico de cada indivíduo, para Vygotsky (1998), é peculiar a cada ser humano, sendo um processo contínuo variável e não algo universal. Nesse sentido, um conceito importante é o de mediação simbólica, ou seja, um processo de intervenção de um elemento em uma relação. Assim, quaisquer atividades indiretas são mediadas pela ação dos signos (ferramentas internas) e dos instrumentos (ferramentas externas).

O conceito de internalização é compreendido na teoria de Vygotsky como sendo um processo de reconstrução, que se inicia nas operações externas, mas que são internalizadas. Esse processo não ocorre de maneira trivial, porém é seguida de uma série de transformações. Tais mudanças podem ser assim descritas: uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente; um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal; e, a transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento (VYGOTSKY, 1998).

Talvez o conceito mais conhecido da teoria de Vygotsky é o de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZPD). Ela caracteriza a distância entre o nível de desenvolvimento real e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais experientes. O que caracteriza o nível de desenvolvimento real é o desenvolvimento mental de forma retrospectiva, já a ZPD designa o desenvolvimento mental de maneira prospectiva. Essa zona permite a compreensão das funções do desenvolvimento que estão em construção.

Pedagogicamente, os conceitos fundamentais para o trabalho de Vygotsky trazem implicações importantes. Primeiramente, deve-se considerar a criança como um ser interativo e que as interações com outros indivíduos culminam em construções de significados internos. Nesse contexto, precisam ser considerados quem aprende, quem ensina e a relação entre eles, cabendo ao professor participar efetivamente do



processo mediando o aprendizado. O professor deve estimular o aluno para refletir sobre o que está implícito naquilo que é explícito. Aqui o sujeito do processo de ensino e aprendizagem é o conjunto aluno-professor-meio.

Ainda sobre Vygotsky, Cachapuz e colaboradores (2004) dizem que

O significado de um dado conceito (ou situação) é resultante da interação com os outros (professor ou alunos), mediada através da linguagem que é o meio pelo qual se estimula os alunos a refletirem e explicarem, de modo a compreenderem, como é que as suas experiências e o seu conhecimento contextualizado se integram num sistema mais amplo (CACHAPUZ et al., 2004, p. 16)

Os mesmos autores trazem também uma reflexão quanto as ideias de Vygotsky e o papel do professor. Para eles, é importante valorizar a vida social na classe, as interações variadas, bem como o papel mediador do professor na construção de conhecimento dos alunos (CACHAPUZ et al., 2004).

Cunha (2009) traz uma reflexão sobre a percepção na abordagem de Vygotsky. Para ela, a ênfase é dada aos processos de utilização das funções superiores do pensamento, mediado pela representação simbólica e sociocultural desses processos. Afirma ainda que,

Quando percebemos elementos do mundo real, relacionamos essas percepções a nossas informações, que estão presentes no aparato psicológico. O objeto percebido é percebido como uma entidade completa e não como um amontoado de informações captadas pelos sentidos. Esse fato está relacionado ao percurso de desenvolvimento do indivíduo, ao seu conhecimento do mundo, às suas experiências vividas (CUNHA, 2009, p. 35).

Considerando que o simbolismo é essencial ao Conhecimento Químico, ao tratar de muitas representações (fórmulas, equações, estruturas, etc.), os conceitos estruturantes apresentados nos trabalhos de Vygotsky são condizentes com a complexidade inerente à compreensão da Química. Da mesma forma, os estágios

apresentados por Piaget nos levam a compreender o porquê, nas escolas, a Química geralmente é estudada nos anos finais da Educação Básica.

### **Vygotsky e o Ensino de Química**

Souza e Bezerra (2013) afirmam que o crescimento das TICs, aliada a diversificação de estratégias de sua utilização, tem o potencial de promover uma reflexão sobre as práticas de ensino e podem estimular uma aprendizagem ativa. Sobre Vygotsky, Kohl (2000) descreve, diferentemente da concepção piagetiana, que o aprendizado é o motor do desenvolvimento. Assim, quanto mais se aprende, mais se desenvolve. Partindo desse princípio, entendemos que a escola deva ser capaz de alavancar a aprendizagem, mas a realidade muitas vezes testemunha contra essa necessidade.

Maia e colaboradores (2013) defendem que, segundo as concepções de aprendizagem de Vygotsky, a atuação do professor deve ser centrada na Zona de Desenvolvimento Proximal de seus aprendizes, facilitando o contato dos estudantes com o meio que promova a interação e, conseqüentemente, a aprendizagem. Observa-se que a função do docente é crucial para o sucesso do processo de aprendizagem dos alunos, uma vez que sozinhos, estes não teriam as mesmas interações e, por isso, teriam a aprendizagem comprometida. Nesse contexto, o

Professor se torna o responsável por criar zonas de desenvolvimento proximal, ou seja, proporciona condições e situações para que o aluno transforme e desenvolva em sua mente um processo cognitivo mais significativo (CABRERA & SALVI, 2005, p. 3).

Segundo Kohl (2000), Vygotsky posiciona a relação homem/mundo, mediada por sistemas simbólicos, como uma base teórica de suas ideias. Não podemos conceber o termo “mundo”, nessa relação, dissociado dos sistemas tecnológicos presentes no cotidiano das pessoas. Sobre essa análise, destaca-se que as TICs

podem estar presentes nas situações midiáticas simbólicas e representacionais características do Ensino de Química, facilitando a aprendizagem.

Vygotsky (1998) coloca o processo de internalização como sendo uma incorporação mental de fatos externos. O processo evolutivo de utilização simbólica (e também, instrumental) assemelha-se ao próprio desenvolvimento da linguagem. Os recursos que as TICs se enquadram como um conjunto de signos, instrumentos e linguagem que objetivam facilitar o processo de internalização, no caso da pesquisa deste mestrado, internalizar conhecimentos químicos trabalhados no Ensino Médio.

Santiago (2010) alerta para o fato de que a não inserção do mundo digital na sala de aula pode dificultar o trabalho do próprio professor, além de poder prejudicar também a eficiência do processo de ensino e aprendizagem. Ressalta-se, porém, que, as tecnologias não devem ser responsabilizadas pelo fracasso do processo de ensino e aprendizagem, nem mesmo receberem todo o crédito em caso de sucesso. Nesse sentido, mais importante que as tecnologias está a figura de quem pode manipulá-las: o professor.

Em uma análise bem simplista, Piaget foca seu interacionismo na relação sujeito/objeto físico, mas a concepção vygotskyana está centrada na interação entre o indivíduo com outros mais experientes. Mesmo diferentes, ambas visões não se contradizem. Para Gabini (2008), é necessário ser considerada a ação dos sujeitos que manipulam os recursos tecnológicos computacionais. O papel do professor nesse aspecto é de orientar (mediar) a utilização das TICs, mas o próprio aluno deve também se “aventurar” e interagir sobre as próprias tecnologias.

Quanto ao papel do professor, Santos (2004) considera que o acesso, a utilização e o domínio das novas tecnologias de informação e comunicação são necessidades inerentes a todos aqueles que tem a função de ensinar. Essa ideia condiz com o que Vygotsky espera do professor, um agente que auxilia o processo de metacognição dos alunos através de um ensino prospectivo.

### **1.3.3 O Ensino de Química Orgânica e as potencialidades do software ChemSketch**

#### **1.3.3.1 A Química Orgânica no Ensino Médio**

Os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM, BRASIL 1999) foram elaborados com o objetivo de ajudar as equipes escolares na realização de suas atividades, norteando a produção dos documentos estaduais, como as Orientações Curriculares para o Ensino Médio do Estado do Acre. Conforme é descrito pelas próprias Orientações Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, a prática curricular atual

continua sendo predominantemente disciplinar, com visão linear e fragmentada dos conhecimentos na estrutura das próprias disciplinas, a despeito de inúmeras experiências levadas a cabo no âmbito de projetos pedagógicos influenciados pelos Parâmetros (BRASIL, 2006, p. 101).

As propostas apresentadas pelos PCNEM defendem uma visão de educação baseada no protagonismo do aluno como cidadão ativo e consciente de suas ações. Contudo, ainda são dominantes na realidade atual da Educação Básica no Brasil ações pautadas na transferência de conteúdos e na passividade do aluno no processo de ensino e aprendizagem. Os PCNEM defendem que,

A extrema complexidade do mundo atual não mais permite que o ensino médio seja apenas preparatório para um exame de seleção, em que o estudante é perito, porque treinado em resolver questões que exigem sempre a mesma resposta padrão. O mundo atual exige que o estudante se posicione, julgue e tome decisões, e seja responsabilizado por isso (BRASIL, 2006, p. 103).

Essa necessidade de posicionamento, julgamento e tomada de decisões dos alunos, evidencia que o indivíduo precisa conhecer os fatores sociais, ambientais, políticos, econômicos e religiosos, que estruturam a sociedade na qual ele vive. Nesse

aspecto, entende-se que os conhecimentos químicos não podem ser tratados de forma superficial, pelo contrário, isso implica que os alunos

[...] compreendam as transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada e assim possam julgar com fundamentos as informações advindas da tradição cultural, da mídia e da própria escola e tomar decisões autonomamente, enquanto indivíduos e cidadãos (BRASIL, 2006, p. 106).

Desta forma, de acordo com as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), acredita-se que Química no Ensino Médio possa

[...] ser um instrumento da formação humana que amplia os horizontes culturais e a autonomia no exercício da cidadania, se o conhecimento químico for promovido como um dos meios de interpretar o mundo e intervir na realidade, se for apresentado como ciência, com seus conceitos, métodos e linguagens próprios, e como construção histórica, relacionada ao desenvolvimento tecnológico e aos muitos aspectos da vida em sociedade. (BRASIL, 2002, p. 87).

As Orientações Curriculares do Estado do Acre conversam com os PCN+, pois também colocam a compreensão dos conteúdos como meios de entender as transformações evidenciadas em sua vida prática, além de propiciar meios para que o aluno tenha a capacidade de resolver problemas químicos enfrentados em seu cotidiano (ACRE, 2010). Porém, até que ponto a escola hoje tem formado os cidadãos reflexivos idealizados pelos documentos nacionais e pelas orientações estaduais? Será que a escola oferece a formação humana que amplia de fato os horizontes culturais e a autonomia cidadã dos alunos? Ao refletir sobre tais questões, entende-se que a Educação Básica no Brasil ainda está muito aquém do que suas próprias diretrizes idealizaram e que muitos desafios ainda estão para serem superados.

Agora, quais seriam os desafios para o professor na sala de aula? As Orientações Curriculares elencam uma série de pontos sobre essa questão. A saber:

Tomar como princípio que, em uma sala de aula, o mais importante são os alunos.

Considerar que liderança, diálogo e reflexão-ação são fundamentais na gestão do trabalho pedagógico.

Construir e consolidar, tanto quanto possível, projetos explícitos e compartilhados com os alunos.

Compatibilizar, no trabalho pedagógico, a dimensão local – as necessidades específicas da turma – e a dimensão geral – as demandas do projeto educativo da escola e do sistema de ensino.

Garantir o exercício da cidadania no convívio cotidiano da sala de aula.

Articular, na ação docente, a perspectiva do ensino e da gestão da classe.

Criar contextos que favoreçam o protagonismo dos alunos.

Incentivar o desenvolvimento de uma adequada postura de estudante pelos alunos e de compromisso com a própria aprendizagem.

Produzir conhecimento sobre o que acontece no cotidiano, buscando respostas para os desafios – sempre que possível, coletivamente.

Considerar a sala de aula e os alunos são 'sistemas abertos', isto é, estão em permanente interação com tudo o que está além deles próprios e da porta da classe (ACRE, 2010, p. 12-13).

Os dez pontos evidenciados como os desafios do professor na sala de aula buscam valorizar a figura do aluno e de seu cotidiano. Apesar de não ter sido exposto diretamente, o desafio que o professor tem em adequar suas práticas ao contexto da sociedade tecnológica atual, presume-se que utilização das TICs deve ser também um desafio aos professores. O desafio de considerar e, se for adequado, utilizar as tecnologias disponíveis que possam melhorar o aprendizado e o interesse dos educandos, além do próprio trabalho docente.

No que tange o Ensino de Química Orgânica, um olhar mais crítico sobre o que as Orientações Curriculares do Acre trazem de diretrizes, vê-se que ainda é viva a compreensão conteudista dela. Sobre a Química Orgânica é apresentado que

É fundamental saber construir fórmulas estruturais, nomear compostos e identificar funções orgânicas. Dentre as diversas funções existentes, as mais importantes, principalmente pela sua presença no cotidiano da vida moderna, são os hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, éteres, fenóis, nitro compostos, aminas, amidas e haletos orgânicos. O estudo de alimentos, em especial os macronutrientes - carboidratos, proteínas e lipídios -, pode propiciar uma melhor compreensão das transformações que ocorrem no organismo, além de permitir calcular o valor energético dos nutrientes. O estudo da isomeria pode ser complementar e tem sua importância na diferenciação de compostos semelhantes. O estudo de algumas reações orgânicas, principalmente as de adição, substituição e esterificação, com enfoque nos mecanismos de reação, completa a exploração teórica da química orgânica. Aplicações industriais destas reações podem ser discutidas, particularmente a produção de plásticos como polietilenos e PETs, assim como suas consequências no meio ambiente, relacionadas a sua resistência química (ACRE, 2010, p. 24).

O foco inicial dado as capacidades de se construir fórmulas, nomear os compostos e identificar as funções orgânicas, não devem ser trabalhados de maneira conteudista. Contudo, sabe-se que muitas vezes ao se trabalhar esses assuntos, os docentes usam basicamente o livro didático e a resolução de exercícios como metodologias de ensino. Práticas assim podem não fornecer ao aluno condições para que ele seja reflexivo e enxergue a real importância desses conteúdos específicos em sua vida.

Algo preocupante quanto as propostas de atividades sugeridas nas Orientações Curriculares do Acre (ACRE, 2010) é o fato de que não há nenhuma proposta de utilização de TICs aos professores de Química, com exceção de pesquisas sugeridas que podem utilizar a internet. Ou seja, se um professor seguir “ao pé da letra” as sugestões apresentadas nas orientações acrianas para o Ensino de Química Orgânica, ele poderá trabalhar todo o conteúdo do 3º ano sem utilizar nenhuma TIC. É claro que um professor poderá promover a aprendizagem de Química Orgânica sem a utilização de *softwares* e outras tecnologias, entretanto as orientações deveriam pelo menos sugerir aos professores sobre quais tecnologias possivelmente poderiam ser utilizadas em sala de aula. Nesse aspecto, percebe-se que as Orientações Curriculares não atendem adequadamente o trabalho dos professores e nem trazem a importância das tecnologias no Ensino de Química no Acre.

Nas orientações curriculares acrianas é apresentado um conjunto de objetivos de ensino, enfatizando o que é esperado dos alunos ao concluírem o 3º ano do Ensino Médio, a saber:

Desenvolver conhecimentos de química orgânica, a partir do estudo de hidrocarbonetos, identificando sua presença no mundo contemporâneo.

Reconhecer, nomear e representar as fórmulas de compostos de diferentes funções orgânicas (oxigenadas, nitrogenadas e halogenadas) e compreender o papel e os efeitos dos diferentes compostos presentes nos alimentos, neurotransmissores, substâncias lícitas (remédios e bebidas alcoólicas) e ilícitas (drogas psicoativas) no organismo humano.

Distinguir os diferentes isômeros planos e espaciais, quanto às fórmulas estruturais, nomes e propriedades, equacionar as transformações químicas de compostos orgânicos para a fabricação de diferentes produtos de consumo e compreender as estruturas moleculares e os processos de fabricação de diferentes polímeros presentes em produtos industrializados no nosso cotidiano (ACRE, 2010, p. 26).

Para que esses objetivos sejam alcançados, é importante que o aluno se interesse em estudar e deseje aprender aquilo que se está ensinando. A utilização de TICs, como o *software ChemSketch*, no ensino dos conteúdos relacionados aos objetivos citados anteriormente, poderá facilitar o processo de ensino e aprendizagem, além de aumentar o interesse dos alunos pelo tema. Entretanto, o *ChemSketch*, ou qualquer outro *software*, não irá “operar milagres” e transformar drasticamente o Ensino de Química Orgânica, muito menos substituirá o papel do professor nesse processo, mas poderá ajudar na compreensão dos conteúdos desta importante área da Química. A possibilidade, por exemplo, de transformar moléculas em imagens virtuais e tridimensionais pode facilitar o aprendizado dos alunos, uma vez que a dificuldade do nível representacional da química pode ser atenuada, aproximando objetos abstratos dos concretos.

#### 1.3.3.2 Softwares de Estruturação molecular

Nem todos *softwares* disponíveis para computadores e dispositivos portáteis podem ser classificados como *softwares* educacionais. Para que seja, um



determinado programa deve ser desenvolvido considerando o contexto de ensino e aprendizagem e seus aspectos pedagógicos. Contudo, mesmo sendo projetado como educacional, é necessário que o professor adeque essa ferramenta em sua metodologia de ensino. Desta forma, o mais importante é que haja uma homogeneização entre o *software* e a prática, de tal forma que programas se integrem ao contexto educacional, não o contrário (LEITE, 2015).

Destaca-se ainda que “a eficácia de um *software* educativo depende do papel atribuído a este e da articulação pedagógica atribuída pelo docente” (LEITE, 2015, p. 177). Leite (2015) ressalta que os programas que se propõem a serem considerados educativos precisam ter uma fundamentação teórica e pedagógica, estando focado na interação e na facilidade de uso pelos alunos.

Existem muitos programas educacionais voltados para o Ensino de Química, sendo que alguns deles permitem a criação e manipulação de estruturas moleculares. A seguir, serão apresentados alguns *softwares* de estruturação molecular e suas principais funcionalidades. O *ACD/ChemSketch* será detalhado posteriormente.

## **ChemDraw**

O *ChemDraw Professional* (Figura 3) é um robusto *software* de estruturação molecular. Seu desenvolvimento ocorreu na década de 1980, por David A. Evans e Stewart Rubenstein, podendo ser obtido através do endereço eletrônico [https://scistore.cambridgesoft.com/Chemistry/Chemical\\_Structure\\_Drawing](https://scistore.cambridgesoft.com/Chemistry/Chemical_Structure_Drawing). O *ChemDraw* compõe o pacote *ChemOffice* da empresa PerkinElmer, juntamente com outros recursos.

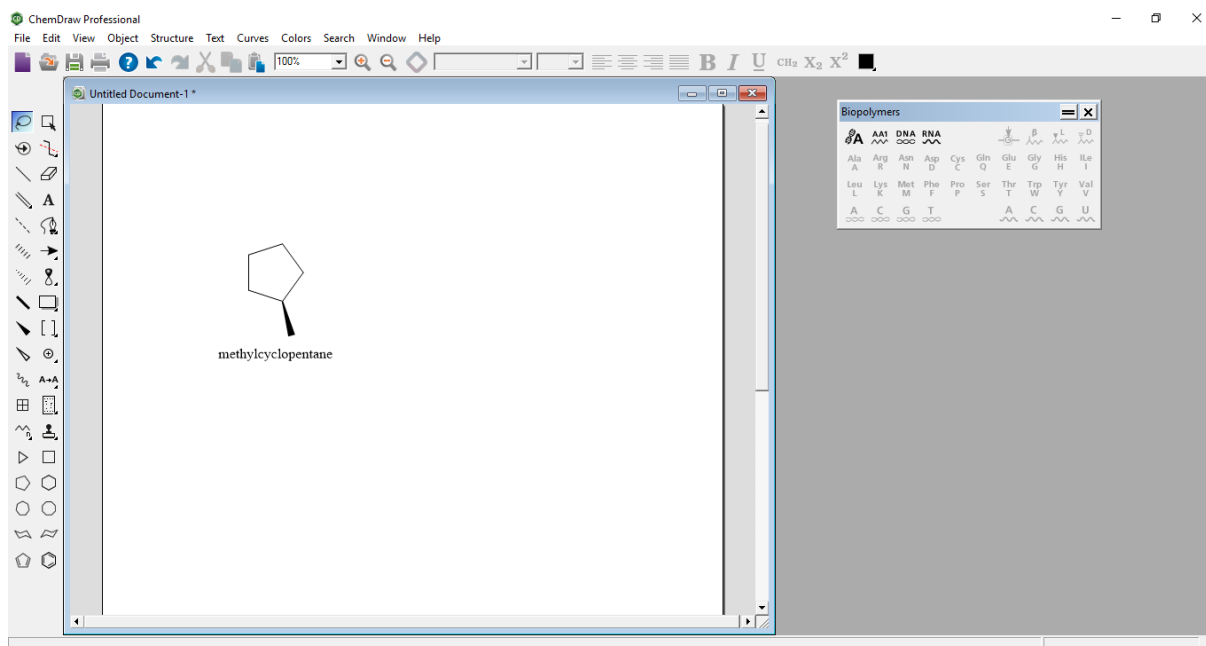


Figura 3. Interface do *ChemDraw Professional*.  
 Fonte: *print screen* do programa no sistema operacional Windows 10.

Voltado principalmente para pesquisadores em Química Orgânica, este programa apresenta, entre outras, as seguintes funcionalidades:

- Determinar a nomenclatura a partir da estrutura química;
- Determinar a estrutura química a partir do nome do composto;
- Simular espectros de ressonância magnética nuclear (RMN  $^1\text{H}$  e  $^{13}\text{C}$ );
- Simular espectros de massa;
- Calcular a estequiometria de reações químicas;
- Acessar diversos modelos de desenho estrutural;
- Converter estruturas desenhadas em modelos tridimensionais;
- Acessar base de dados de estruturas orgânicas a partir do navegador de internet.

Entretanto, o *ChemDraw*, devido ser projetado para o desenho químico estrutural de alta qualidade, é um programa robusto que exige computadores com boas configurações de *hardware* para funcionar sem travamentos, o que pode dificultar sua utilização no contexto de sala de aula na Educação Básica de Química.

Ele possui versões de avaliação gratuitas por duas semanas (*trial*) e paga (*pro*), esta última mais completa.

## **BkChem**

Outro *software* que permite o desenho de estruturas orgânicas é o *BkChem* (Figura 4). Este *software* livre pode ser obtido através do endereço eletrônico: <http://bkchem.zirael.org/>. Suas principais funções são:

- Desenha compostos considerando a capacidade de ligação dos átomos e seus ângulos;
- Dispõe de modelos prontos, como anéis orgânicos;
- Permite a utilização de radicais, setas e outros recursos gráficos básicos;
- Permite rotação das estruturas em 2D e em 3D;

Sua interface simples é pouco intuitiva, sendo que o desenho de estruturas relativamente simples pode ser mais difícil que em outros programas que fazem a mesma função.



Figura 4. Interface do *BkChem*.  
Fonte: *print screen* do programa no sistema operacional Windows 10.

## ChemWindow

*KnowItAll ChemWindow Edition* (Figura 5) é um *software* desenvolvido para o desenho estruturas químicas, mais voltado para pesquisas científicas. Ele pode ser obtido através do endereço eletrônico [http://www.bio-rad.com/en-us/product/chemical-structure-drawing-software?pcp\\_loc=catprod](http://www.bio-rad.com/en-us/product/chemical-structure-drawing-software?pcp_loc=catprod).

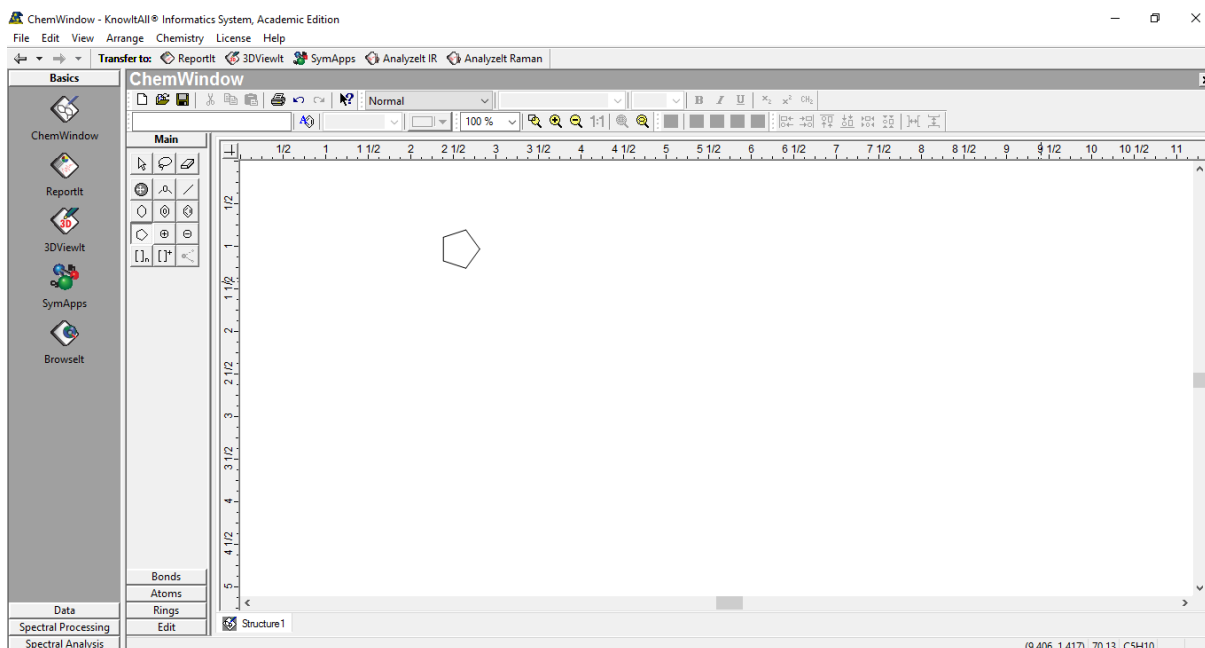


Figura 5. Interface do *KnowItAll ChemWindow Edition*.  
 Fonte: *print screen* do programa no sistema operacional Windows 10.

A grande desvantagem deste programa é que não dispõe de uma versão gratuita, como é o caso do *ChemSketch* e do *BkChem*. Suas principais funcionalidades são:

- Desenhar estruturas em 2D e visualizá-las em 3D.
- Possui um banco de dados com estruturas, informações de propriedades químicas, etc.;
- Calcula comprimentos de ligação, ângulos, etc.;
- Dispõe de ferramentas para desenhar anéis, átomos, elétrons, cargas, cadeias, flechas, entre outros;
- Reconhecimento estereoquímica incluindo R / S e isômeros E / Z;
- Capaz de gerar nome para estruturas orgânicas.

## Symyx Draw

O *Symyx Draw 4.0* (Figura 6) é um programa de estruturação molecular (substituto do *ISIS/Draw*), sendo livre para uso pessoal e não comercial. Atualmente

ele é desenvolvido e comercializado pela empresa BIOVIA, através do sítio <http://accelrys.com/>. A versão 4.0 do *Symyx Draw* ainda pode ser obtida através do endereço eletrônico: [https://copy.com/yyfjPZzJg2PHylcw/SymyxDraw-4.0\\_AE.zip?download=1](https://copy.com/yyfjPZzJg2PHylcw/SymyxDraw-4.0_AE.zip?download=1).

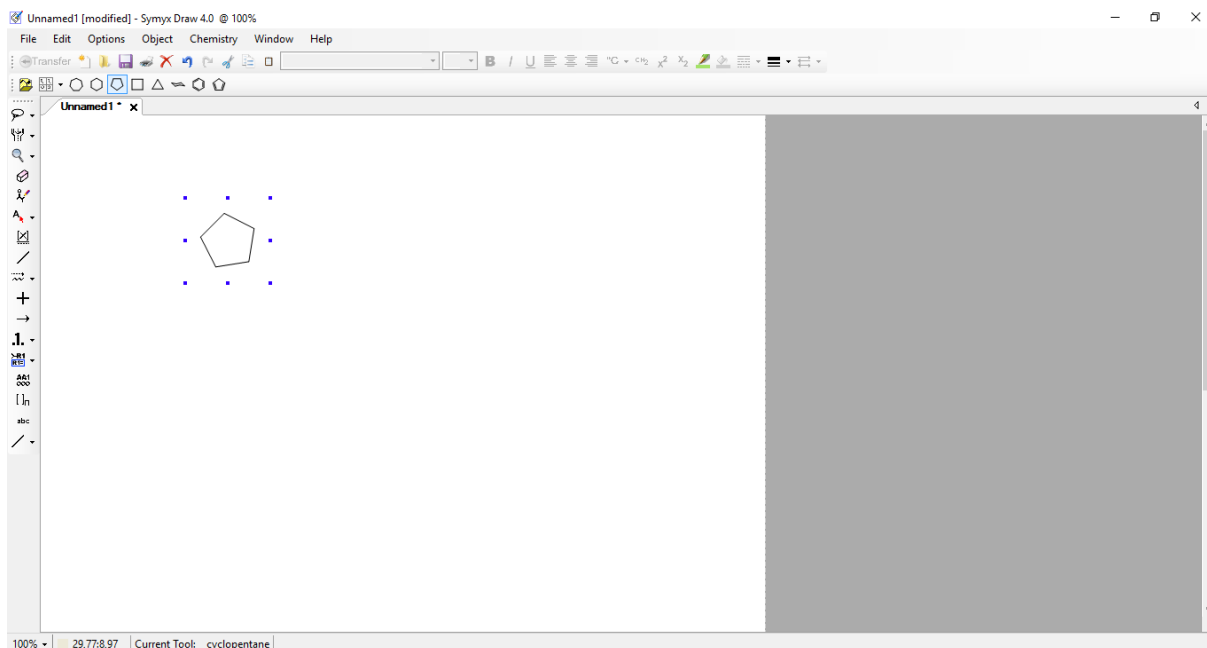


Figura 6. Interface do *Symyx Draw* 4.0.  
Fonte: *print screen* do programa no sistema operacional Windows 10.

Suas principais funções são:

- Permite o uso de modelos dinâmicos para criar reações complexas;
- Cria estruturas com R grupos para consultas ou enumerações;
- Possui compatibilidade com o *Microsoft Office*;
- Converte nomes para estruturas e estruturas para nome;
- Permite a visualização de moléculas em 3D;

Ressalta-se que, assim como o *ChemWindow* e o *ChemDraw*, o *Symyx Draw* apresenta características mais voltadas para cientistas, químicos e demais pesquisadores que necessitam criar estruturas orgânicas e manipulá-las. Suas

interfaces dificultam aplicações de cunho mais educacional, como a criação de estruturas por alunos de Ensino Médio.

### 1.3.3.3 ChemSketch

O *ACD/ChemSketch freeware* (Figura 7) é um *software* de estruturação molecular da empresa *Advanced Chemistry Development Inc*, podendo ser obtido através do endereço eletrônico <http://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/>. Ele possui muitas funcionalidades que podem ser aproveitadas em situações de Ensino de Química, do Nível Médio ao Superior.

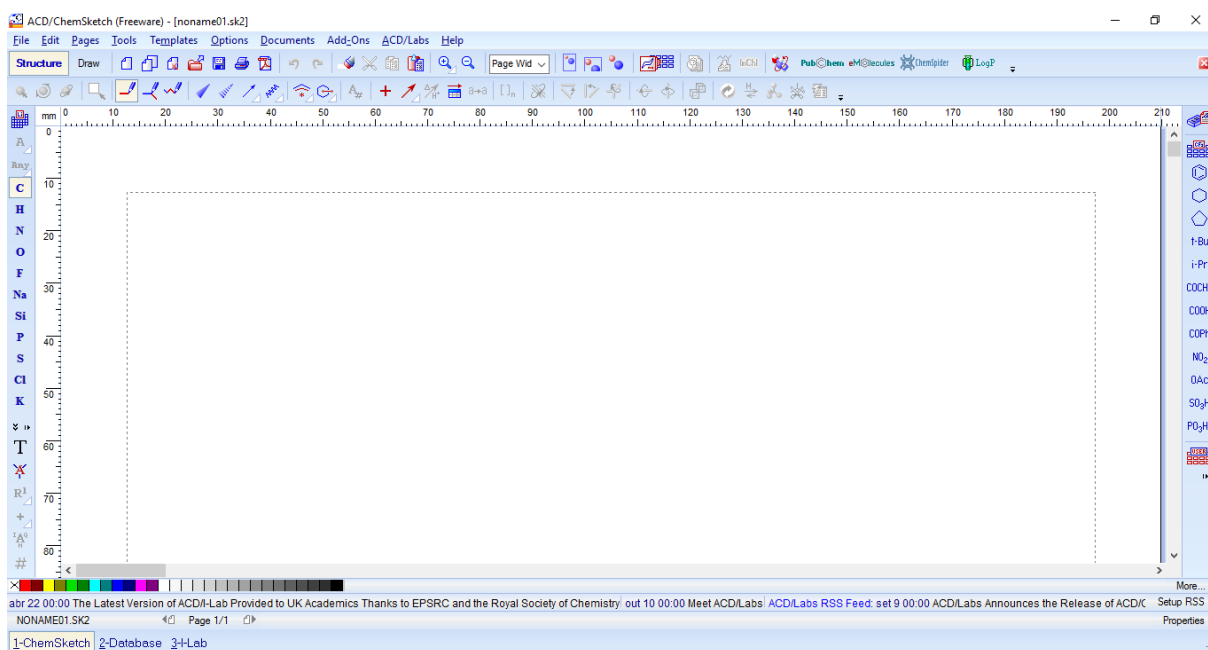


Figura 7. Interface do *ChemSketch freeware* 2015.  
Fonte: *print screen* do programa no sistema operacional Windows 10.

Ele permite desenhar estruturas químicas, incluindo as orgânicas, os compostos organometálicos e os polímeros. Dentre suas ferramentas, se destacam a possibilidade de:

- Montar estruturas planas e otimizá-las para uma visualização tridimensional;
- Manipular estruturas em 3D;
- Nomear, de acordo com as regras da União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC), estruturas de até cinquenta átomos e três ciclos;
- Acessar uma base de *templates* com várias estruturas prontas de diversas classes de compostos (alcaloides, vitaminas, carboidratos, ácidos nucleicos, aromáticos, entre outros);
- Determinar dados estereoquímicos das estruturas desenhadas;
- Determinar diversas propriedades dos compostos desenhados, tais como: fórmula molecular, massa molar, densidade, tensão superficial, formas tautoméricas, índice de refração, volume molar, etc.;
- Salvar os projetos feitos em diversos formatos: jpeg, png, gif, pdf, entre outros, além do formato padrão do próprio programa;
- Montar mecanismos de reações orgânicas;
- Numerar carbonos em uma cadeia carbônica;
- Consultar em bases de dados on-line artigos, dados cromatográficos e espectroscópicos, aplicações medicinais, além de outras informações das estruturas desenhadas.

Como é possível notar, o *ChemSketch* possui funcionalidades que estão diretamente relacionadas com os conteúdos de Química Orgânica trabalhados no 3º ano do Ensino Médio no Acre, podendo ajudar os professores na elaboração de suas avaliações, apresentações e demais atividades.

Os principais aspectos que motivaram a escolha do *ChemSketch*, e não outro *software* de estruturação molecular, como objeto de pesquisa deste mestrado foram:

- Disponibilidade de uma versão gratuita com a maioria dos recursos do programa;
- Interface simples e intuitiva;
- Compatibilidade com os programas do pacote *Microsoft Office*;



- Variedade de extensões e opções de salvamento das estruturas;
- Ser um programa leve e que funciona mesmo em computadores de baixo poder de processamento;
- Possibilidade de determinação das propriedades das estruturas criadas;
- Facilidade na visualização e manipulação das estruturas em 3D.

As demonstrações de como utilizar as principais ferramentas do programa estão detalhadas no *Guia Prático de Utilização do ChemSketch*, produto desta pesquisa. O *ChemSketch* apresenta duas versões, uma gratuita (*Freeware*) e uma comercial. Leite (2015) apresenta as principais diferenças entre essas versões na Tabela 1.

**Tabela 1. Diferenças entre as versões comercial e gratuita do ACD/Labs ChemSketch**

Função	Comercial	Gratuito
Ferramentas de desenho avançado	X	X
Identificação de tautômeros	X	X
Nome de estruturas com até 50 átomos	X	X
Visualizador em 3D	X	X
Exportação para Adobe PDF	X	X
Dicionário ACD	X	
Busca de arquivos em seu computador por estrutura	X	
ACD/Labs extensões para o <i>ChemDraw</i>	X	
Suporte Técnico	X	

Fonte: LEITE (2015).

Um trabalho desenvolvido por Li e colaboradores (2004), comparou as funcionalidades de quatro *softwares* de estruturação molecular: *ChemDraw*, *ChemWindow*, *ISIS/Draw* (antecessor do *Symyx Draw*), e *ChemSketch*, em suas

versões mais atuais na época. Apesar desse trabalho ter mais de dez anos, as principais funções dos programas avaliados continuam as mesmas, sendo que algumas melhorias foram feitas em cada um deles. A Tabela 2 apresenta uma avaliação sobre esses quatro *softwares*, feita por esses autores.

**Tabela 2. Experiências pessoais com os quatro tipos de Softwares Químicos**

Software	ChemDraw	ChemWindow	ISIS/Draw	ChemSketch
Desenho 2D	Excelente	Bom	Excelente	Excelente
3D	Excelente	Bom	Médio	Bom
Laboratório	Médio	Excelente	ND	Bom
Espectros	Médio	Médio	ND	Excelente
Funções online	Excelente	ND	Excelente	Excelente
Programação do usuário	ND	ND	ND	Sim
Formatos de arquivos suportados	Excelente	Médio	Médio	Médio
Abrangência	Bom	Médio	Médio	Excelente
No geral	Excelente	Bom	Bom	Excelente

Fonte: LI et al. (2004).

ND = não disponível.

Considerando a avaliação dos autores, percebe-se que o *ChemSketch* foi o *software* que recebeu melhor avaliação, seguido pelo *ChemDraw*. Os mesmos autores também avaliam que todos esses programas têm suas virtudes, sendo que a escolha de qual o melhor dependerá da finalidade do usuário. Entretanto, dão a entender que o *ChemSketch* é o mais notável devido seu desempenho global e desenvolvimento inteligente.

Uma das possibilidades do *ChemSketch* é trabalhar o nível representacional da Química. A habilidade visuoespacial (derivada do conceito visualização espacial), é importante para que o aluno consiga transitar entre os diferentes aspectos do nível representacional da Química. Poder manipular de modelos, bem como usar ferramentas de construção de modelos é um fator importante no desenvolvimento das habilidades visuoespaciais.

Em Química, essa capacidade é primordial, pois sua aprendizagem envolve habilidades visuoespaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente. Através destas operações, os discentes podem se tornar capazes de internalizar as visualizações externas, para então manipular as estruturas mentalmente.

Por exemplo, se uma turma fosse indagada sobre o que é o metano ( $\text{CH}_4$ ), alguns poderiam responder, por exemplo, que ele é uma substância gasosa, sendo geralmente derivada do petróleo ou da decomposição de matérias orgânicas. Também seria correto afirmar que o metano é um dos principais componentes do gás natural e que também está presente no biogás. Outros poderiam falar sobre sua importância para a matriz energética mundial e para a produção de plásticos. Contudo, como esses alunos poderiam abstrair internamente a definição de metano para um nível químico representacional? Como é uma única molécula de metano? Uma das possibilidades que o professor tem em trabalhar essa questão é utilizando um *software* de visualização como *ChemSketch*.

Tal programa permite a visualização e a animação de modelos representacionais tanto em 2D como em 3D, conforme mostra a Figura 8. Tais representações também podem ser visualizadas em forma de animação automática ou manual de acordo com aquele que estiver manipulando o programa.

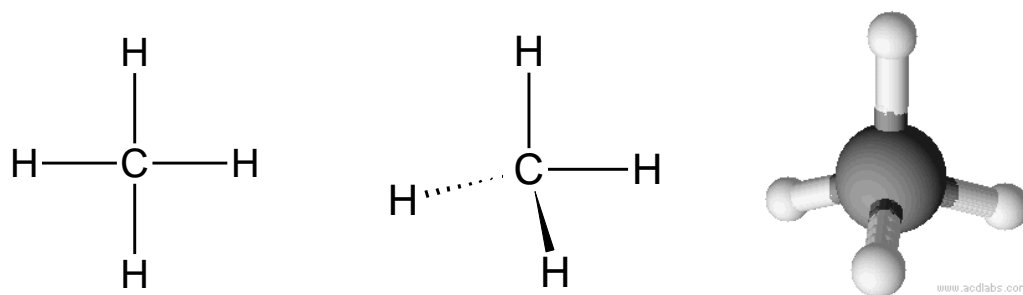


Figura 8. Representações diferentes do metano.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

O uso de ferramentas computacionais, como o *ChemSketch*, pode facilitar a compreensão do nível representacional da Química, além de motivar a aprendizagem e colaboram com a adaptação do aluno a uma sociedade cada vez mais tecnológica. Percebe-se que esse *software* pode ser uma ferramenta integrante nas práticas didáticas de professores de Química. Além disso, pode também ser utilizado pelos próprios alunos para a resolução de exercícios, desenho e manipulação de estruturas orgânicas, além de outras possibilidades.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Geral

O presente projeto tem como objetivo principal proporcionar contribuições ao processo de Ensino de Química Orgânica na Educação Básica, através da utilização do *software ChemSketch Freeware* da ACD/Labs, considerando suas potencialidades e limitações, no contexto do Estado do Acre.

### 2.2 Específicos

- Estudar detalhadamente o *software ChemSketch*, a fim de conhecer seus recursos e como eles podem ser utilizados em situações de Ensino de Química Orgânica de Nível Médio;
- Elaborar um Guia Prático de utilização do *ChemSketch* para o Ensino de Química Orgânica, além de outros conteúdos, voltado para professores de química de Rio Branco - Acre;
- Promover a divulgação do *software* e do Guia Prático em um minicurso destinado aos docentes de Química de Rio Branco;
- Contribuir com a formação continuada de professores da educação básica de Rio Branco.

### 3 METODOLOGIA

A pesquisa intitulada A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO ACRE foi desenvolvida em quatro etapas descritas a seguir:

#### **1ª Etapa: Estudo aprofundado do *software ChemSketch***

O *ChemSketch freeware*, na sua versão 2015, é um *software* com muitos recursos que podem ser utilizados ao estudar determinados conteúdos de Química, principalmente aqueles relacionados à Química Orgânica. Nessa fase inicial, foi realizado um estudo aprofundado das ferramentas do programa, tomando como base os documentos de suporte oferecidos pela própria *ACD/Labs*, além de tutoriais em vídeo e outras fontes.

Essa etapa foi fundamental para dominar as funcionalidades que o *ChemSketch* oferece, permitindo avaliar quais recursos são mais importantes, considerando com os conteúdos de Química Orgânica estudados no Ensino Médio.

#### **2ª Etapa: Confeção do Guia Prático de utilização do *ChemSketch* para o Ensino de Química Orgânica (produto)**

O **Guia Prático de utilização do *ChemSketch*** (versão preliminar) foi confeccionado com o objetivo de facilitar a utilização do *software ChemSketch* por professores de Química e demais interessados. A versão preliminar do Guia Prático foi constituída de nove capítulos, distribuídos em noventa e duas páginas. No Guia, as principais funções do programa foram descritas de maneira ilustrada, prezando-se pela objetividade na exposição destas funcionalidades.

### **3ª Etapa: Divulgação e avaliação do Guia Prático de utilização do *ChemSketch* através de um minicurso**

Após a elaboração da Guia Prático de utilização do *ChemSketch*, foi promovido um minicurso que objetivou divulgar e avaliar esse produto. O minicurso, intitulado ***ChemSketch: Aprendendo a Desenhar Estruturas Orgânicas***, foi realizado nos dias 21 e 22 de outubro de 2015, dentro da programação do Viver Ciência, promovido pela Secretaria de Estado de Educação e Esporte (SEE-AC). Este evento foi direcionado aos professores de Química que atuam na Educação Básica em Rio Branco – Acre.

No minicurso, os participantes receberam e avaliaram o Guia Prático através de questionários, além de contribuírem com a pesquisa através de sugestões de melhorias no produto e na exposição de propostas de atividades didáticas que utilizem o *ChemSketch* no Ensino de Química na Educação Básica. Além da coleta de dados pelos questionários, gravações em áudio foram realizadas com o consentimento dos participantes do minicurso, a fim de registrar sugestões e críticas debatidas durante o evento.

### **4ª Etapa: Elaboração da versão final do Guia Prático de Utilização do *ChemSketch***

Consideradas as sugestões e críticas descritas nos questionários e nas sugestões de propostas de atividades apresentadas pelos participantes do minicurso ***Aprendendo a Desenhar Estruturas Orgânicas***, o **Guia Prático de Utilização do *ChemSketch*** foi aperfeiçoado e ampliado com a inclusão de um capítulo dedicado à exposição das propostas sugeridas.

O desenvolvimento das etapas mencionadas foi fundamental para esclarecer a pergunta de pesquisa proposta: “Como utilizar o *software ACD/ChemSketch Freeware* como ferramenta midiática no processo de Ensino de Química Orgânica no Ensino Médio, considerando suas potencialidades e limitações, no contexto da Educação Básica no Estado do Acre? ”. A elaboração do Guia Prático, alicerçada no

conhecimento aprofundado do *software*, nas diretrizes do Ensino de Química Orgânica no Acre e nas contribuições dos professores participantes da oficina, buscou enxergar como o *software ChemSketch* poderia ser útil no processo de Ensino de Química na Educação Básica acriana.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Relato do minicurso

Inicialmente, a proposta para se divulgar e avaliar o Guia Prático de Utilização do *ChemSketch* seria através de uma formação continuada com os professores de Química da rede pública de Rio Branco, com o apoio da Secretaria de Estado de Educação e Esporte (SEE-AC). Entretanto, devido ao movimento de greve ocorrido em 2015, todas as formações continuadas de Química, marcadas para o segundo semestre, foram adiadas para o ano de 2016. A formação oferecida estava planejada para ter uma duração mínima de doze horas.

Entretanto, essa situação ocasionou uma mudança de planejamento deste projeto de mestrado. Ao invés de oferecer uma formação continuada oficial da SEE-AC, foi realizado um minicurso dentro da programação do Viver Ciência, também em parceria com essa secretaria. O evento foi aberto para toda a comunidade, contudo o público-alvo era professores de Química da Educação Básica.

A divulgação e o convite dos docentes ocorreram através sítios na internet, material impresso, e-mails, redes sociais e conversas pessoais. Devido a limitação de tempo do evento, o minicurso teve de ser realizado em apenas oito horas.

Desta forma, segue as informações gerais e o relato descritivo sobre o minicurso realizado.

#### **Informações Gerais do Minicurso**

Minicurso: CHEMSKETCH: APRENDENDO A DESENHAR ESTRUTURAS ORGÂNICAS

Ministrante: Alcides Loureiro Santos

Data/horário: 21 e 22 de outubro de 2015 de 14:00h às 17:00h

Local: Sala da Coordenação do NIEAD – Bloco NTI – UFAC

Número de participantes: 13

## Relato

### 1º DIA DE MINICURSO – 21 de outubro de 2015

O minicurso teve início com uma apresentação oral do ministrante, informando os participantes o nome do minicurso, que o mesmo estava inserido na programação do Viver Ciência (SEE-AC) e que também era parte de uma pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática (MPECIM-UFAC). Em seguida, cada participante se apresentou, dizendo seu nome e a instituição no qual está vinculado (Figura 9).



Figura 9. Realização do minicurso.  
Fonte: Alcides Loureiro Santos.

Verificou-se que o público da oficina era formado por sete professores de Química que atuam na educação básica, três alunos concludentes em Licenciatura em Química, um mestrando recém graduado em Licenciatura em Química, um professor de física e uma engenheira florestal. Esta última participou apenas como ouvinte, não respondendo os questionários e nem assinando o termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE).

Após a apresentação dos participantes, foi aberto um espaço para que cada um relatasse algo sobre a temática: **O uso das Tecnologias no Ensino de Química**. Foi comunicado aos participantes que as falas seriam gravadas em áudio. A primeira

participante, professora de Química, a explanar sobre a temática proposta enfatizou a importância da simulação de Química e que as tecnologias contribuem muito no ensino, uma vez que nem tudo pode ser demonstrado em laboratório. Este pensamento concorda com Melo e Melo (2005), quando os autores afirmam que

A apreensão de novos saberes através das novas tecnologias deve ser contemplada e em sendo a escola o local por excelência da promoção de novas aprendizagens, faz-se necessário à inserção de ferramentas como os softwares de simulação em sua metodologia de ensino. Uma forma adicional de uso de computadores no ensino é a que faz com eles simulações de experiências. Em lugar de o aluno observar a realidade de modo fragmentado como nos laboratórios de química e física, as experiências são simuladas na tela do computador (MELO & MELO, 2005, p. 4).

Outra professora de Química relatou sobre os investimentos públicos em equipamentos e que, nem sempre, eles eram aproveitados efetivamente pelos professores e alunos. Também relatou sobre a possibilidade de utilização de recursos na internet, como o uso de tabelas periódicas virtuais para investigar propriedades dos elementos químicos. De fato, a utilização das TICs no Ensino de Química tem sido cada vez mais sendo pesquisada e chamando a atenção dos professores, devido seu potencial educacional (MELO & MELO, 2005, p. 8).

Uma graduanda de Química ressaltou que, no caso dos *netbooks* distribuídos aos alunos de 3º ano do Ensino Médio em 2011 na rede pública estadual, ajudou alunos a se prepararem para os vestibulares e que havia boas ferramentas que poderiam ser utilizadas. Enfatizou ainda que o problema não era nos computadores distribuídos e sim no mal-uso que eles tiveram, além de que os próprios professores, por falta de formação adequada, não orientavam os alunos sobre a utilização dessas tecnologias de forma produtiva.

Essa preocupação com a formação docente, abordada por uma graduanda de Química, mostra que os futuros professores já refletem sobre a qualidade de sua formação inicial no nível superior. Tal preocupação também aparece na fala de professores em exercício quanto a sua formação continuada. Sobre esse cenário Borges (2010) ressalta que

a formação de professores limita-se a imitação de projetos “bem-sucedidos”, o que desconsidera as capacidades reflexivas e as estratégias de cada docente. A definição ‘do que’, ‘do como’ e ‘do porquê’ se ensina é indicada por pesquisadores desconsiderando a intencionalidade do processo. Não há diálogo entre quem define e quem aplica os conceitos. A reflexão, muitas vezes, foca-se somente na relação do professor-aluno, sem considerações sobre influências externas que moldam o percurso da aula e da formação do professor (BORGES, 2011, p. 18).

Após essas colocações, o ministrante realizou uma apresentação, na plataforma Prezi, que abordou: os objetivos do minicurso; o que é o *ChemSketch Freeware* 2015; como obter o arquivo de instalação do programa; a visão geral do *software* e suas principais funcionalidades. Posteriormente, foi distribuído gratuitamente para cada participante uma versão preliminar do **Guia Prático de Utilização do ChemSketch**.

O ministrante leu o TCLE, esclarecendo os objetivos da pesquisa intitulada “A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO ACRE” e da livre participação de cada um na referida pesquisa. Após a distribuição do TCLE, os participantes receberam o Questionário Inicial. Após assinarem o termo e responderem as questões, foi realizado um intervalo.

Ao retornar ao minicurso, foram realizadas exposições do *ChemSketch* de acordo com sequência dos capítulos do Guia Prático. Foram apresentados os seis primeiros capítulos, a saber:

1. O QUE É O CHEMSKETCH?
2. INSTALAÇÃO DO PROGRAMA
3. MODOS DE TRABALHO
4. BARRAS, TEMPLATES E TABELAS
5. CRIANDO E EDITANDO ESTRUTURAS
6. EXPLORANDO AS ESTRUTURAS

Ao final do primeiro dia do minicurso, o ministrante expôs o planejamento para o segundo dia e quais atividades seriam realizadas.

## 2º DIA DE MINICURSO – 22 de outubro de 2015

No segundo dia de minicurso, foi retomada a apresentação do Guia Prático em conjunto com a exposição das principais funções do *ChemSketch*. Foram trabalhados os capítulos restantes:

7. VISUALIZAÇÃO E MANIPULAÇÃO EM 3D

8. BASE DE DADOS CHEMSKETCH

9. DRAW

Foi proposto aos participantes do minicurso que eles montassem algumas estruturas orgânicas, como a do lapachol (Figura 10). A medida que as funções descritas no Guia Prático eram apresentadas, algumas dúvidas eram levantadas pelos participantes, sendo as mesmas esclarecidas conjuntamente. Após essa etapa, foi explicado que o último capítulo do Guia Prático iria ser construído a partir de propostas de atividades sugeridas pelos próprios participantes.

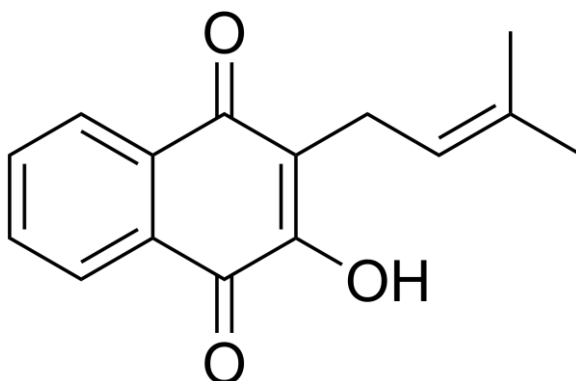


Figura 10. Estrutura do lapachol.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Após o intervalo, os participantes, mediante aos conhecimentos e habilidades apresentados no minicurso e no próprio Guia Prático, socializaram algumas sugestões de atividades didáticas que utilizassem o *software ChemSketch*. Foram apresentadas sete sugestões de atividades, estas serão descritas posteriormente de forma mais detalhada.

Foi relatado, por uma participante, que mais professores foram convidados e gostariam participar do minicurso. Contudo, devido à não liberação por parte dos coordenadores das escolas, estes professores não puderam comparecer no evento. Foi dito que, por ser realizado na semana do ENEM (Exame Nacional do Ensino Médio), os coordenadores das escolas alegaram que os alunos estavam na reta final de preparação para o exame e que, por isso, os professores não poderiam ser liberados.

Outros participantes também relataram as dificuldades e a falta de apoio que os professores da rede pública têm em participar de capacitações e cursos, mesmo estes sendo cobrados para que inovem em suas práticas docentes. Nesse sentido, para que a integração das TICs no Ensino de Química, como metodologia diferenciada e inovadora, seja efetivada nas escolas “é necessária a capacitação e a preparação pedagógica dos professores” (SANTIAGO, 2010, p. 23).

O ministrante indagou se algum participante tinha mais sugestões de atividades que utilizassem o *ChemSketch*. Uma participante relatou que, após conhecer as ferramentas, esse *software* poderia ser usado em todos os conteúdos de Química, principalmente na orgânica e em demonstrações de atividades experimentais.

Ressalta-se também que um participante sugeriu a elaboração de um manual resumido, um guia de bolso, para o *ChemSketch*. Este apresentaria somente as funções essenciais do programa e seria mais fácil de ser consultado do que o Guia Prático distribuído.

Por fim, os participantes responderam ao Questionário Final, avaliando o minicurso e o **Guia Prático de Utilização do *ChemSketch***, além de sugerirem uma

resposta para a questão de pesquisa deste mestrado. Após isso, o ministrante agradeceu a participação de todos e o minicurso foi encerrado.

## 4.2 Resultados do Questionário Inicial

Participaram do minicurso e da pesquisa, através dos questionários e propostas de atividades, doze pessoas, como descrito anteriormente no relato do evento. Algumas questões serão analisadas considerando a resposta de todos os participantes, outras serão discutidas de acordo com a atuação dos participantes do minicurso.

Para facilitar a apresentação dos resultados e das discussões dos mesmos, o público participante do minicurso será dividido em três grupos, a saber:

- **Grupo 1 (G1):** Professores de Química em atuação – 7 participantes
- **Grupo 2 (G2):** Concludentes e professores de Química que não estão no exercício da sala de aula – 4 participantes
- **Grupo 3 (G3):** Professor de física em atuação – 1 participante

Nesse sentido, a primeira pergunta do questionário foi a seguinte:

1. *Até que ponto você considera importante a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino de química atualmente?*

- ( ) *Muito importante*
- ( ) *Importante*
- ( ) *Pouco importante*
- ( ) *Não são importantes*

Considerando as respostas dos grupos G1 e G2, conforme pode ser visto no Gráfico 1, é unânime a importância das TICs no Ensino de Química. Mesmo concordando com essa relação de relevância, é pertinente destacar o papel desafiador que o professor tem em ministrar aulas contextualizadas e que ofereçam novas tecnologias de ensino (OLIVEIRA, 2010).





Como se trata de um questionamento sobre a utilização de *softwares* nas aulas de Química, é coerente que apenas o Grupo G1 seja considerado nessa discussão. O resultado está apresentado no Gráfico 2.

É importante ver que, mesmo já atuando como professores de Química na educação básica, alguns com mais de dez anos de exercício, a maioria dos docentes ainda não utilizam *softwares* de Química em suas aulas.

Considerando novamente as respostas da Questão 1, percebe-se que, mesmo considerando a importância da utilização das TICs, os professores podem ainda não as utilizar em suas práticas. Conforme Santiago (2010), isso ocorre por que muitos professores tiveram formações iniciais e continuadas deficitárias.

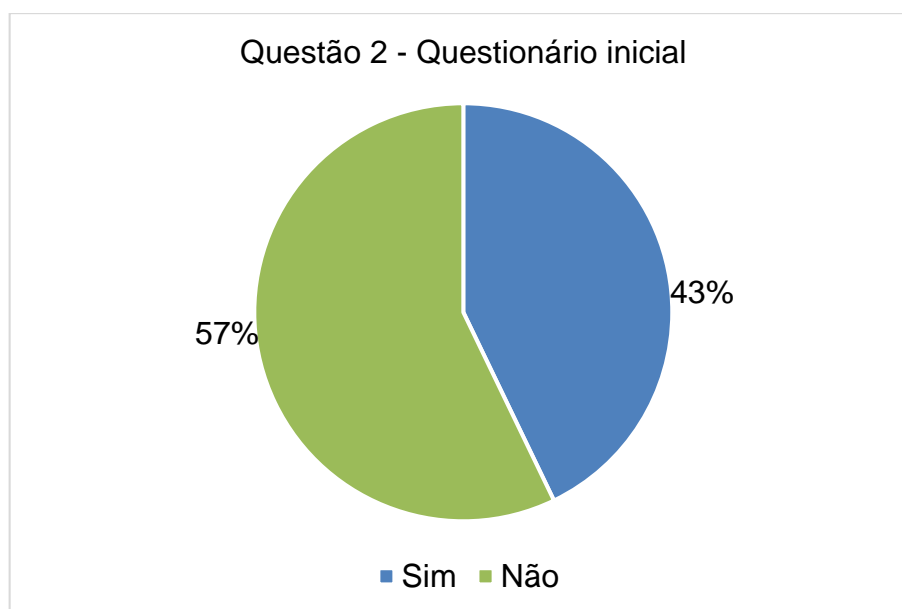


Gráfico 2. Resultados da Questão 2 – Questionário inicial (G1).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Considerando todos os participantes, apenas quatro deles citaram *softwares* utilizados em suas aulas. Foram citados: *ChemSketch*, *Phet Simulations*, laboratórios virtuais e tabelas periódicas interativas. Foi possível notar que somente um professor de Química já havia utilizado o *ChemSketch* e que, nenhum outro *software* de estruturação molecular havia sido usado pelos participantes em suas aulas.

A terceira pergunta do questionário inicial indagava:

3. Em suas aulas, quais conteúdos de química você gostaria de utilizar softwares desenvolvidos para estimular o aprendizado dos seus alunos?

O Gráfico 3 apresenta quais e quantas vezes os conteúdos de Química foram citados pelos grupos G1 e G2.

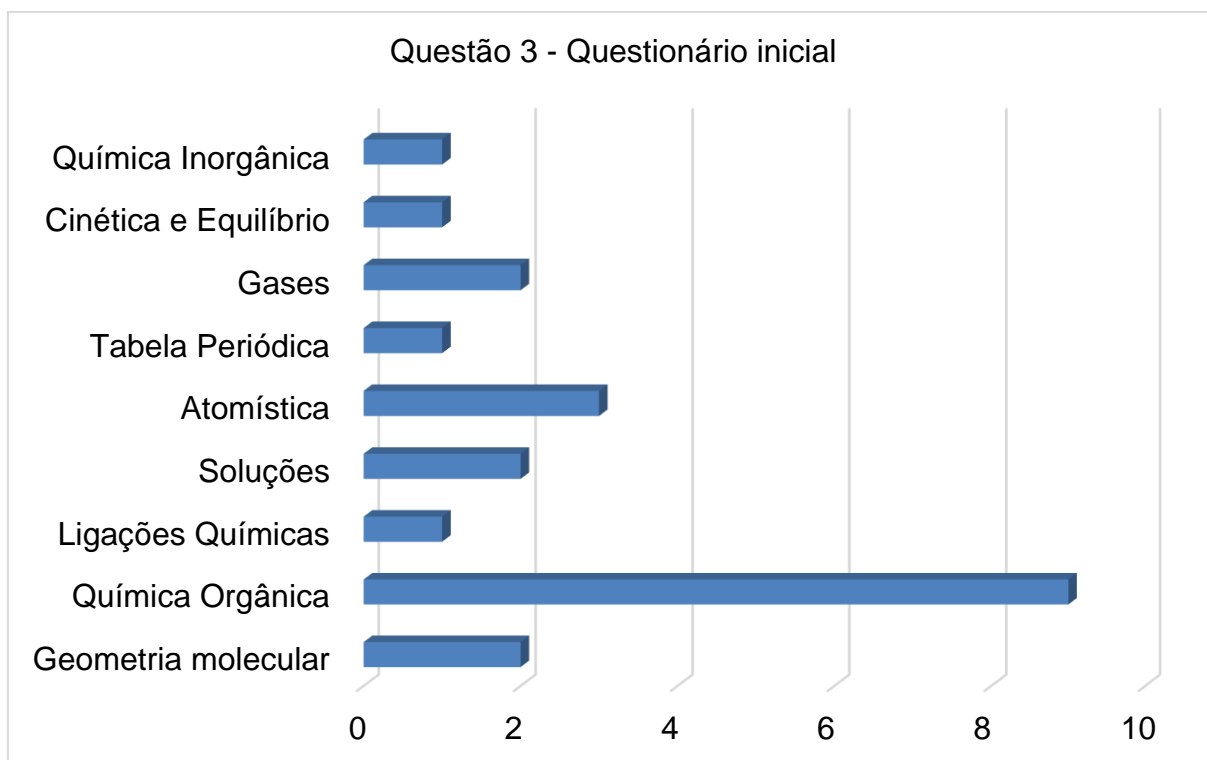


Gráfico 3. Resultados da Questão 3 – Questionário inicial (G1 e G2).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os resultados obtidos indicam que a Química Orgânica é o conteúdo que mais os professores desejariam utilizar em suas aulas. Desta forma, o *ChemSketch* corresponde com esse desejo dos professores, uma vez que ele é essencialmente destinado para aplicações dos conteúdos de orgânica.

Raupp e colaboradores (2010) discorrem sobre o papel das representações computacionais no Ensino de Química, afirmando que *software* pode ajudar o aprendizado dos alunos. Isso por que a compreensão e o desempenho em determinados conteúdos da Química, por parte do aluno, está relacionada a sua capacidade de abstração tridimensional (PAVLINIC et al., 2007).

Na quarta questão do primeiro questionário, indagava-se:

*4. Você já participou de formações continuadas voltadas para a apresentação de TICs voltadas para o ensino de química?*

Foi considerado apenas o grupo G1, uma vez que estes já atuam na educação básica. Quatro dos sete professores afirmaram que nunca participaram de formações continuadas com a temática das TICs. Tal situação é preocupante, visto que se espera que o professor assuma posições diferenciadas e inovadoras na sala de aula, porém estes nem sempre são preparados para oferecerem um ensino além do tradicional.

Mesmo que a diferença entre as idades dos professores e alunos não chegue nem a uma ou duas décadas, a velocidade com que as tecnologias estão sendo criadas e integradas ao modo de vida da sociedade, reafirma ainda mais a necessidade das formações continuadas baseadas nas TICs. Nesse sentido, Santiago (2010) relata que:

Estamos vivendo um momento de transição em que o professor em geral nasceu num mundo tecnológico analógico, diferente do aluno que já nasceu na era digital. Não conseguir trazer para dentro de sua sala esse mundo digital dificulta o seu trabalho e o processo de ensino e da aprendizagem não acontece de forma significativa (SANTIAGO, 2010, p. 39).

Nesse contexto, Silva (2012b, p. 39) afirma que “será imprescindível que o professor demonstre suas potencialidades para apresentar não apenas a importância das TICs, mas também como elas podem ser apropriadas no ensino/aprendizagem”. Além das próprias formações iniciais e continuadas, vários aspectos precisam ser considerados para que o professor atenda às expectativas da educação científica, tecnológica e social atuais. A mesma autora destaca alguns desses aspectos:

para se chegar neste patamar no qual os docentes tenham saberes tecnológicos, é necessário ultrapassar desafios, dentre eles: a formação ou a atualização dos profissionais, aumentar o nível de alfabetização digital no país, qualificar minimamente novos profissionais de nível técnico e superior,

aumentar significativamente a formação de especialistas nas novas tecnologias em todos os níveis de todas as áreas nas novas tecnologias, fazer uso em grande escala das novas tecnologias de informação e comunicação em ensino a distância. Desta forma, as universidades devem atualizar suas matrizes de formação com matérias voltadas para a educação e às TICs (SILVA, 2012b, p. 41).

A pergunta seguinte interrogava:

5. *Você conhece o software ChemSketch?*

*Sim*                       *Não*

Considerando os grupos G1, G2 e G3, foi observado que metade dos participantes do minicurso já conheciam o *ChemSketch*. Uma participante afirmou que conhecia o *software* “mais ou menos”. Relacionando este resultado com a terceira questão do questionário inicial, é possível denotar que o fato de se conhecer um *software*, no caso de Química Orgânica, não é suficiente para que os professores o utilize em sala de aula com os alunos. A falta de formações continuadas, com a utilização de TICs voltadas para o Ensino de Química, pode explicar essa situação.

Não basta conhecer a ferramenta, é necessário que o professor seja capacitado e que tenha domínio e segurança da mesma, para que então, ele possa decidir se e como utilizá-la em sua prática docente (SILVA, 2012b).

Na sexta questão, os participantes responderam:

6. *Como você classifica seu grau de domínio do ChemSketch?*

*Muito*  
 *Razoável*  
 *Pouco*  
 *Nenhum*

O Gráfico 4 expõe os resultados desta questão:

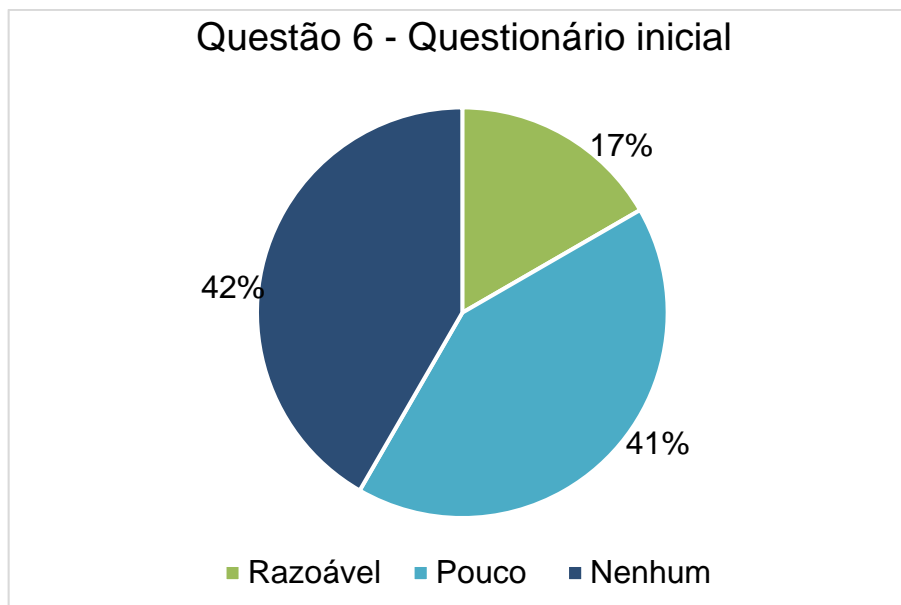


Gráfico 4. Resultados da Questão 6 – Questionário inicial (G1, G2 e G3).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

O baixo domínio de conhecimento do *ChemSketch*, por parte dos participantes, ajuda a entender a necessidade de haver mais iniciativas que divulguem e ofereçam aos professores conhecimentos referentes aos *softwares* educacionais de Química. Ressalta-se que existem vários outros programas de estruturação molecular, contudo a acessibilidade e a facilidade de uso do *ChemSketch*, sugere que ele poderia integrar as formações iniciais e continuadas de Química. Isso, provavelmente, faria que o desejo dos professores de utilizarem *softwares* educacionais e química orgânica fosse atendido.

A sétima e última questão do questionário inicial foi a seguinte:

7. *Programas de estruturação molecular podem contribuir com sua prática docente em sala de aula e ajudar no processo de ensino e aprendizagem de química?*

Sim                       Não                       Depende

*Deseja comentar?*

Todos os participantes responderam que “sim”, concordando que *softwares* de estruturação molecular podem ajudar sua prática e contribuir com a aprendizagem

dos alunos. A maioria dos participantes realizou comentários sobre essa questão, alguns estão apresentados a seguir:

Comentário 1: Sem dúvidas o programa contribui de forma eficiente a prática docente, pois facilita de diversas formas o aprendizado de química orgânica, entre outros conteúdos.

Comentário 2: Ferramentas como o *ChemSketch* contribui muito para o processo de ensino e aprendizagem. Então, cabe a nós professores buscarmos metodologias diferenciadas e inovadoras.

Esses dois comentários ressaltam que o *ChemSketch* pode proporcionar contribuições ao processo de ensino e aprendizagem de Química. É importante notar que, no comentário 2, o papel do professor foi destacado na busca de metodologias diferenciadas e inovadoras.

Outros comentários foram:

Comentário 3: Todo conhecimento é válido, ainda mais utilizando recursos digitais possibilitando a interação entre o aluno e professor na sala de aula.

Comentário 4: Em virtude da complexidade dos conteúdos de química, toda iniciativa para incentivar a participação dos alunos é bem-vinda.

Comentário 5: Tornar a aula interessante para os alunos, facilitando o aprendizado.

Comentário 6: Torna mais atraente o conteúdo para o aluno fazendo com que o conteúdo seja ministrado amplamente.

De uma maneira geral, observa-se que os comentários de 3 ao 6, uma figura foi destacada: o aluno. A interatividades das aulas, o maior interesse dos alunos e uma maior atração pelo conteúdo, foram os principais pontos destacados. Desta forma, entende-se que os *softwares* de estruturação molecular, como o *ChemSketch*, se configuram como ferramentas que tem o potencial de contribuir com a forma de ensinar dos professores e com o objetivo disto: que o aluno aprenda.

Para aprender é necessário interesse. Quem não se interessa por um determinado conteúdo, não enxerga a necessidade de aprendê-lo. A adoção de novas tecnologias e de aulas mais interativas e participativas viabilizam mais

efetivamente o aprendizado dos alunos, pois geralmente são aulas mais interessantes do que àquelas do tipo tradicional, baseada no ensino tradicional de conteúdos pelos professores. Ou seja, é necessário que ocorra a superação de uma ideologia caracterizada por um ensino por transmissão/recepção, para uma ideologia progressista na qual o aluno aprende por descoberta, por interação e agir em sua própria aprendizagem (GIORDAN, 2008).

O integrante do grupo G3, o professor de física, destacou que:

Comentário 7: Sim, em alguns casos fica praticamente inviável a demonstração da estrutura. Nestes casos o programa é essencial.

De fato, demonstrar estruturas orgânicas, principalmente as mais complexas, é uma tarefa difícil considerando apenas os recursos tradicionais: livro didático e quadro, por exemplo. Nesse aspecto, a virtualização de estruturas, objetos, experimentos, pode ser uma excelente ferramenta no processo de ensino e aprendizagem de ciências (RAUPP et al., 2010)

#### **4.3 Resultados do Questionário Final**

O questionário final foi respondido ao final do minicurso, dia 22 de outubro de 2015. A primeira pergunta foi justamente a Questão de Pesquisa deste mestrado, a saber:

*1. Como utilizar o software ACD/ChemSketch Freeware como ferramenta midiática no processo de ensino de Química Orgânica no Ensino Médio, considerando suas potencialidades e limitações, no contexto da Educação Básica no Estado do Acre?*

Todos os participantes do minicurso responderam à questão. A seguir serão destacadas as respostas apresentadas, de acordo com os três grupos de participantes.

Grupo G1

Resposta 1: O *software* pode ser levado para a prática escolar, pode ser disponibilizado para professores de química e biologia, os quais podem trabalhar muitos conteúdos facilitando o aprendizado em geometria, química orgânica, materiais de laboratório, isomeria, entre outras.

Resposta 2: O *software ACD/ChemSketch* pode ser utilizado em diversos conteúdos de química orgânica, como por exemplo, na determinação da nomenclatura, geometria, isomeria e mecanismo de reações dos compostos orgânicos. Nesse sentido é possível aplicar atividades aos discentes que envolvam demonstrar por meio do programa a fórmula estrutural de compostos conhecidos, bem como detalhar as reações (etapa por etapa) que conduz até a obtenção do composto.

Resposta 3: Confecção de provas para ensino médio e superior. Confecção de moléculas pelos alunos utilizando o programa. Jogos utilizando dados x programa *ChemSketch*. Métodos de separação: o qual o professor descreve os métodos e o aluno cria o desenho da estrutura necessária para a separação da mistura; criação de gráfico para a termoquímica, entre outros.

Resposta 4: O *software* pode ser usado em várias áreas do ensino (química, física e biologia). Na química orgânica pode ser usado para auxiliar na construção de compostos, mecanismos e isomeria.

Resposta 5: O programa pode ser inserido nas escolas públicas e privadas, nas secretarias de educação como ferramenta alternativa para o ensino de química.

Resposta 6: O *software* é ótimo, pode ser usado de várias formas, sem contar que se for aplicado como aula no laboratório, pode ser uma ótima ferramenta como forma de aprendizado.

Resposta 7: Na elaboração dos planos de ação de ensino. Como oficinas para agregar todas as disciplinas. Trabalhar diferentes conteúdos de Química, Física, Biologia, Inglês.

As respostas dos professores do grupo G1, sugerem que o *ChemSketch* pode ser utilizado positivamente em situações de ensino e aprendizagem de Química, especialmente nos conteúdos de Química Orgânica. As avaliações positivas do *software* reforçam suas características educacionais.

Alguns professores relataram que, além da Química Orgânica, o *ChemSketch* pode ser utilizado em outros conteúdos, como por exemplo: separação de misturas, termoquímica e conceitos básicos de laboratório.

Assim como apresentados nas propostas sugeridas pelos professores, os recursos do *ChemSketch* podem auxiliar as atividades práticas em laboratório. Nesse



sentido, Teruya e colaboradores (2013) relatam em seu artigo de revisão que alguns autores destacam:

os custos de manutenção de um laboratório e o elevado número de alunos nas turmas como fatores que estimulariam o uso de ferramentas computacionais, permitindo ao aluno simular diferentes técnicas e procedimentos, além de utilizar reagentes diversos, o que nem sempre seria possível de se fazer no ambiente real de um laboratório. O uso de simulações também é reportado para situações de ensino à distância, com os objetivos de familiarizar os alunos de um curso de química à distância com o laboratório e prepará-los para as aulas práticas presenciais. Como atividades pré-laboratório, as simulações também podem contribuir para preparar melhor os alunos para o trabalho prático, possibilitando o treinamento de técnicas e fornecendo o embasamento teórico associado ao experimento. Com isso, as atividades de laboratório seriam muito mais significativas para os alunos (TERUYA et al., 2013, p. 565).

Essas afirmações mostram que o programa não é útil apenas para o terceiro ano do Ensino Médio, quando geralmente se estuda Química Orgânica, mas também no primeiro (separação de misturas, por exemplo) e no segundo ano (termoquímica). De fato, o *ChemSketch*, conforme afirmam Raupp e colaboradores (2010, p. 32) “a utilização deste tipo de *software* pode auxiliar estudantes não apenas em problemas de isomeria, mas em uma gama mais variada de problemas químicos”.

É relevante o fato de alguns professores terem relatado outras disciplinas, como biologia, física e inglês. Neste aspecto, a possibilidade de trabalhar interdisciplinarmente pode ser mais uma forma de atrair o interesse dos alunos nas aulas, facilitando sua aprendizagem.

Quanto ao grupo G2, as respostas foram:

Grupo G2

Resposta 8: Utilizar sempre nas aulas de orgânica facilita muito na sala, o aprendizado é muito importante.

Resposta 9: Utilizando de forma lúdica chamando a atenção do aluno para o assunto abordado.

Resposta 10: Creio que todos os professores possuem computadores, mas, caso não possuam, as escolas (em sua maioria) disponibiliza para utilização,

seja na escola ou em casa. Sendo assim, as possibilidades são muitas, pois o programa é de simples/fácil acesso, cabem cada profissional se informar a respeito e aplicar em suas práticas diárias, pois além de facilitar o processo de ensino, possivelmente refletirá na aprendizagem.

Resposta 11: Para facilitar a compreensão dos alunos.

De uma maneira geral, é possível notar que as respostas dos participantes do grupo G2 foram mais genéricas que as do grupo G1, uma vez que nenhuma atividade específica foi citada. Mesmo assim, é importante frisar a relevância dada ao *software* no estudo de Química Orgânica. Além disso, foi dito que o programa pode facilitar o aprendizado do aluno. Atividades lúdicas, que envolvam o *ChemSketch*, também são possibilidades para atrair a atenção dos alunos para as aulas de Química.

### Grupo G3

Resposta 12: O aplicativo pode ser intermediado em aulas práticas em um laboratório de ciências, onde os alunos poderiam montar a estrutura no computador e depois montá-la em um laboratório como uma maquete física que poderia ser visualizada de forma prática.

A participação espontânea de um professor de física no minicurso foi algo bem interessante. Mesmo sendo um *software* voltado para os conhecimentos da Química, o referido participante conseguir ver o potencial do *ChemSketch* como ferramenta midiática do processo de ensino e aprendizagem de Ciências. De fato, a possibilidade de modelagem molecular tridimensional, a visualização de biomoléculas, a criação de gráficos, a montagem de esquemas laboratoriais, mostram que o *ChemSketch* é um *software* educacional inter e multidisciplinar.

Sobre o Guia Prático de Utilização do *ChemSketch*, a segunda pergunta do questionário final indagava:

#### 2. Como você avalia o Guia Prático de utilização do *ChemSketch*?

- ( ) Ótimo
- ( ) Bom
- ( ) Regular

- ( ) Ruim  
( ) Péssimo

O Gráfico 5 apresenta os resultados dessa questão, considerando os três grupos de participantes do minicurso.

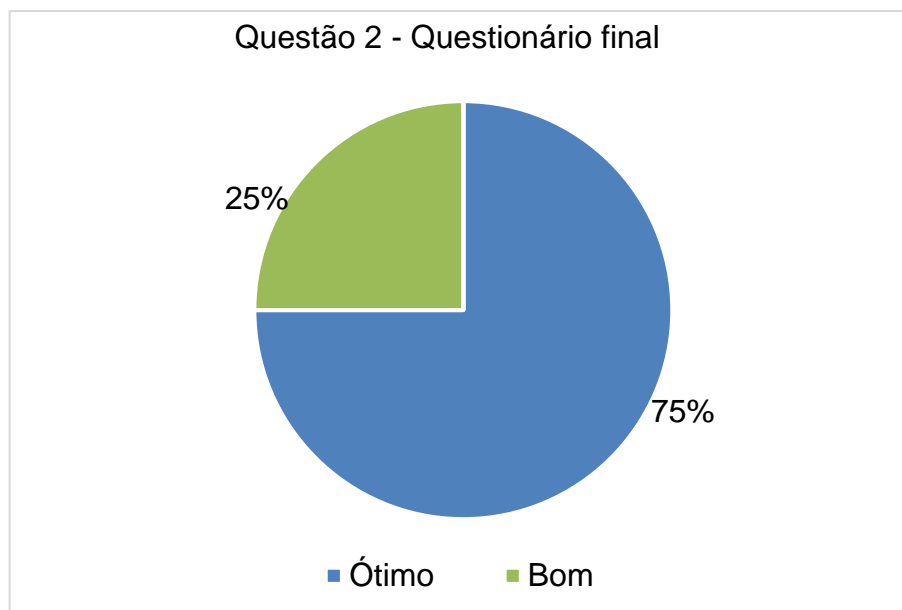


Gráfico 5. Resultados da Questão 2 – Questionário final (G1, G2 e G3).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

A excelente avaliação dada ao Guia Prático, mostra que, mesmo sendo um *software* em inglês, a disponibilização de um material prático e ilustrativo pode facilitar o domínio de ferramentas digitais, como o *ChemSketch*. Cada participante do minicurso recebeu o material gratuitamente, não tendo que devolvê-lo ao final do evento. Esse resultado confirma a validação positiva do *ChemSketch* como um produto desta pesquisa de mestrado.

Contudo, a fim de se obter uma avaliação mais específica, foram realizadas mais duas perguntas sobre o Guia Prático de Utilização do *ChemSketch* no questionário final.

3. O que você mais gostou no Guia Prático de utilização do *ChemSketch*?

#### 4. O que você menos gostou no Guia Prático de utilização do ChemSketch?

A Tabela 3 apresenta as respostas das questões 3 e 4 do questionário final, considerando todos os grupos de participantes do minicurso. Nem todos os participantes responderam essas perguntas, sendo que a terceira obteve mais respostas que a quarta.

**Tabela 3. Respostas das questões 3 e 4 do questionário final**

3. O que você mais gostou...	4. O que você menos gostou...
Praticidade para dar nome das estruturas, montar estruturas, pesquisar as propriedades.	A limitação da quantidade de átomos para nomear as estruturas.
O fato de detalhar cada uma das barras de ferramentas do programa.	O tamanho das letras contidas nas figuras
Detalhamento das informações.	Tamanho das imagens
Forma explicativa.	Inglês
Clareza, facilita as funções do programa	Deveria ter mais conteúdo
Ótimo, bem explicado e ilustrado.	
Os <i>prints</i> , praticidade.	
Fácil explicação.	
Linguagem fácil e autoexplicativa.	

Fonte: Elaborada pelo autor.

Uma resposta da terceira questão e duas da quarta questão, não são vantagens ou desvantagens do Guia Prático, mas sim do próprio *software*. A facilidade, a clareza e a maneira ilustrada, foram os fatores que os participantes mais gostaram no material. Enquanto isso, o tamanho das imagens e das letras foram pontos negativos do Guia Prático, segundo alguns participantes. Foi colocado também que o material deveria ter mais conteúdo, entretanto, por se tratar de um guia prático, algumas funcionalidades do *ChemSketch* não foram abordadas.

A questão cinco do questionário final buscou avaliar o minicurso realizado. A pergunta foi a seguinte:

5. Como você avalia o Minicurso ChemSketch: Aprendendo a desenhar estruturas orgânicas?

- ( ) Ótimo
- ( ) Bom
- ( ) Regular
- ( ) Ruim
- ( ) Péssimo

O Gráfico 6 apresenta os resultados dessa questão e indicam que o evento realizado avaliado como muito positivo pelos participantes.

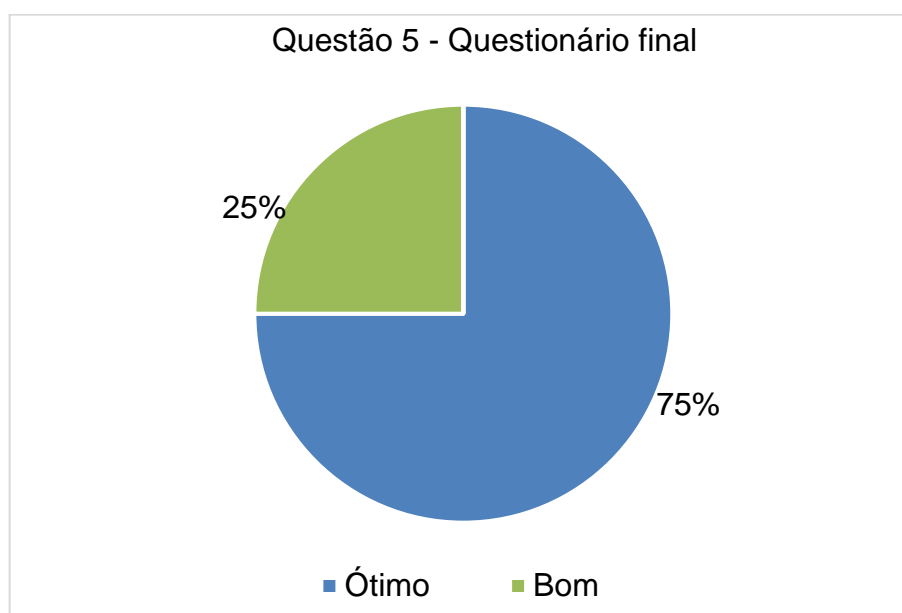


Gráfico 6. Resultados da Questão 5 – Questionário final (G1, G2 e G3).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Sobre a questão seis, apresentada abaixo, todos os professores afirmaram que pretendem utilizar o *ChemSketch* em suas aulas. Isso mostra que iniciativas simples, como um minicurso ou oficina e a distribuição de materiais práticos, podem estimular os professores da educação básica a utilizarem mais e de maneira mais produtivas as novas tecnologias educacionais.

6. *Você pretende usar mais vezes o software ChemSketch em suas aulas?*

*Sim*

*Não*

*Não sei*

Essa unanimidade indica que realmente os professores acreditam que o *ChemSketch* ajudará nas suas práticas e no aprendizado dos alunos. Ao realizarem uma pesquisa que avaliou o uso do *software* com estudantes, para o conteúdo de isomeria, Raupp e colaboradores. (2010) afirmam que:

O uso deste *software* aparentemente auxilia na internalização destas representações, após o estudante fazer uso delas externamente, pela internalização das representações e dos invariantes operatórios associados com a construção de modelos 3D e a rotação destes modelos. Eventualmente, isso leva a uma acomodação, onde os invariantes e representações pré-existent na estrutura cognitiva do estudante são transformados em função da nova lógica que o *software* apresenta. (RAUPP et al., 2010, p. 31).

Por fim, a última questão do questionário final pedia que os participantes avaliassem seu domínio sobre o *ChemSketch*.

7. *Como você classifica seu grau de domínio do ChemSketch após o minicurso?*

*Muito*

*Razoável*

*Pouco*

*Nenhum*

O Gráfico 7 mostra que os participantes adquiriram um domínio básico sobre as funcionalidades do *ChemSketch*. Contudo, o fato de apenas 3 dos 12 participantes terem considerado que dominam muito o programa, sugere que o tempo do minicurso, de apenas oito horas, não foi o suficiente para que todos dominassem efetivamente o uso da ferramenta.

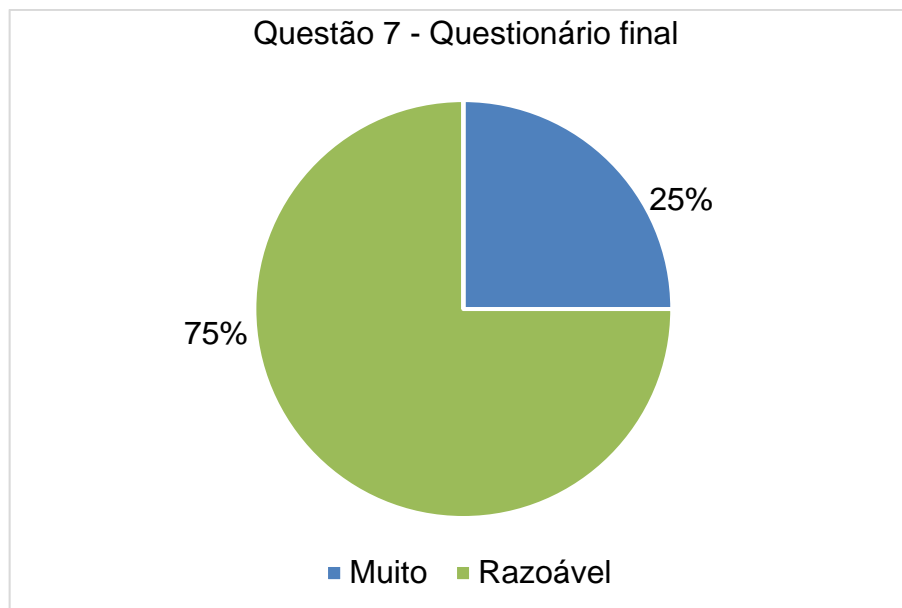


Gráfico 6. Resultados da Questão 7 – Questionário final (G1, G2 e G3).  
Fonte: Elaborado pelo autor.

O que preocupa nesse resultado é que, por apenas considerarem seu domínio razoável, a maioria dos professores possam ainda estar resistentes ou inseguros em utilizar o *software* em situações de ensino em sala de aula. Desta forma, entende-se que formações continuadas com mais tempo de manuseio com o *software* podem aumentar a confiança dos professores em utilizar o programa com os alunos.

Nesse sentido, Santiago (2010) diz que “a superação do modelo atual de ensino, com suas limitações é uma das necessidades mais urgentes de mudança para a formação inicial e continuada de professores de Química”. A mera realização de um minicurso ou a distribuição de um material de apoio não serão suficientes para que todos os participantes deste trabalho adotem o *ChemSketch* em suas práticas docentes.

Para que isso ocorra, é importantíssimo que o próprio professor deseje aprender mais sobre o programa e que a escola ofereça condições e apoio para que práticas educacionais digitais sejam realizadas com sucesso. Pereira e colaboradores (2014) contrapõem que:

O professor deve ter bastante cuidado ao utilizar qualquer recurso tecnológico em sua metodologia de ensino, pois ainda encontram-se muitos alunos com dificuldades reais ou pouca familiaridade com o computador. Além disso, ele precisa estar constantemente adaptando/refazendo seus planos de aula de forma que contribuam com a assimilação dos conteúdos estudados. As TICs utilizadas como o papel educacional se tornam realmente significativas no processo de ensino e aprendizagem quando suas funções estão de acordo com a prática consciente deles e o conhecimento prévio do conteúdo que eles fazem parte já foi adquirido anteriormente na sala de aula (PEREIRA et al., 2014, p. 9).

Essa preocupação sugere que o uso do *ChemSketch*, ou qualquer outro recurso tecnológico, pode ser positivo ou negativo à aprendizagem do aluno. Porém, um professor consciente e bem preparado para utilização dessas TICs pode favorecer, e muito, para que as atividades no contexto da educação digital sejam produtivas para o aluno aprender e, conseqüentemente, para o trabalho do próprio professor.

#### **4.4 Apresentação das atividades propostas**

A seguir estão apresentadas as sete atividades sugeridas pelos participantes do minicurso. Tais atividades objetivam a utilização do *ChemSketch* como ferramenta do processo de ensino e aprendizagem de Química, e compõem o último capítulo do Guia Prático de Utilização do *ChemSketch*.

##### **Sugestão de atividade 1: Formação continuada**

*Realizar uma formação continuada nas escolas para professores da área de ciências da natureza, com distribuição do Guia Prático de Utilização do ChemSketch. Foi relatada a dificuldade que os professores têm em adotar novas tecnologias e que a inserção do ChemSketch em formações continuadas (planejamento horizontal) na própria escolar possibilitaria o professor conhecer essa ferramenta, podendo utilizá-la no preparo de aulas, na demonstração de experimentos e na própria sala de aula com os alunos.*



Esta atividade, apesar de não ser destinada diretamente aos alunos, mostra a importância de apresentar ferramentas, como o *ChemSketch*, aos professores da educação básica. Para que seja realizada, esta ação dependeria da disposição da gestão das escolas e de professores que já dominassem o *software*.

Neste caso, o Guia Prático poderá contribuir com o aprendizado dos professores na formação continuada proposta, podendo servir como um material de apoio fornecido pela escola ou pela própria Secretaria de Estado de Educação e Esporte. Porém, é importante notar que esta sugestão proposta não se trata de uma prática que utilize o *ChemSketch* diretamente, mas uma iniciativa que poderia ser adotada pelas escolas para divulgar ferramentas digitais como esta.

É possível que haja resistência de alguns professores para a participação da formação continuada sugerida, uma vez que nem todos os docentes têm facilidade em manipular *softwares*, principalmente os que estão em outros idiomas. Isso, porém, pode ser atenuado com uma apresentação das potencialidades do programa e como a distribuição dos Guias Práticos que estão em língua portuguesa.

## **Sugestão de atividade 2: Estruturas a partir de dados**

*Realizar uma atividade que utilize quatro dados: um equivalente ao número de carbonos (de 1 a 6), outro com ligações (simples, duplas ou triplas), outro com seis grupos funcionais e o último com o número da posição das insaturações ou grupos funcionais em cada carbono. Os alunos jogariam os dados e, de acordo as quatro faces de cima, eles montariam as respectivas estruturas orgânicas no ChemSketch, projetando a construção das moléculas através de um Datashow. Essa atividade poderia ser realizada em grupo.*

A segunda atividade proposta aproxima as TICs com o lúdico. Apenas a atividade de montar estruturas a partir dos dados e suas respectivas correspondências, poderá ser interessante e produtiva para os alunos. Entretanto, a ideia de montar no *ChemSketch* as estruturas que vão se “formando” à medida que os dados são lançados, pode atrair ainda mais a atenção dos alunos. Além disso,

estimularia o domínio do *software* e geraria interesse para a descoberta de outras funções do programa.

Por exemplo, se os resultados dos lançamentos dos dados fossem:

1º Dado: 5 (composto com cinco carbonos)

2º Dado: - (ligações simples)

3º Dado: -OH (hidroxila)

4º Dado: 2 (hidroxila ligada ao carbono 2 da cadeia)

Estes resultados levariam aos alunos a desenharem uma estrutura no programa que se atende às faces dos dados. Neste caso, o composto que deveria ser desenhado no *ChemSketch* pelos alunos seria o pentan-2-ol (Figura 11). Se no segundo dado, uma ligação dupla ou tripla fosse sorteada, o dado 4 deveria ser lançado para determinar a posição da instauração.

Caso os alunos não conseguissem desenhar as estruturas correspondentes, o professor poderia mostrar como a estrutura seria no quadro, para posteriormente a desenhar no *software*. O número de lançamentos e de dados poderá aumentar ainda mais as possibilidades desta atividade lúdica. A adoção de pontuações para cada acerto pode estimular ainda mais os alunos, garantindo o envolvimento deles e o sucesso da atividade.

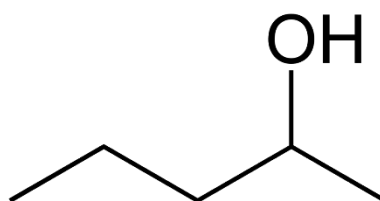


Figura 11. Estrutura do pentan-2-ol.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

### **Sugestão de atividade 3: Elaboração de gráficos termoquímicos**

*Sugerir a montagem de gráficos relacionados ao conteúdo de termoquímica. Uma vez que o ChemSketch possibilita, no modo draw, a elaboração de esquemas gráficos, os alunos poderiam montar representações gráficas de reações endotérmicas e exotérmicas, por exemplo.*

O foco principal do *ChemSketch* é o desenho de estruturas orgânicas e determinação de suas propriedades e formas. Desta forma, seus recursos de desenho gráfico são limitados. Entretanto, por apresentar interface intuitiva e relativamente simples, o professor pode orientar os alunos a montarem gráficos diversos de aspecto qualitativo.

Por exemplo, o professor poderia utilizar o *ChemSketch* junto com os alunos para explorar as informações gráficas de uma reação exotérmica, conforme Figura 12. Neste caso, é possível visualizar a redução da energia dos produtos em comparação com os reagentes, além de mostrar graficamente a energia de ativação de uma reação química genérica. Esta atividade também poderia ser realizada no estudo das transformações gasosas e até em funções matemáticas.

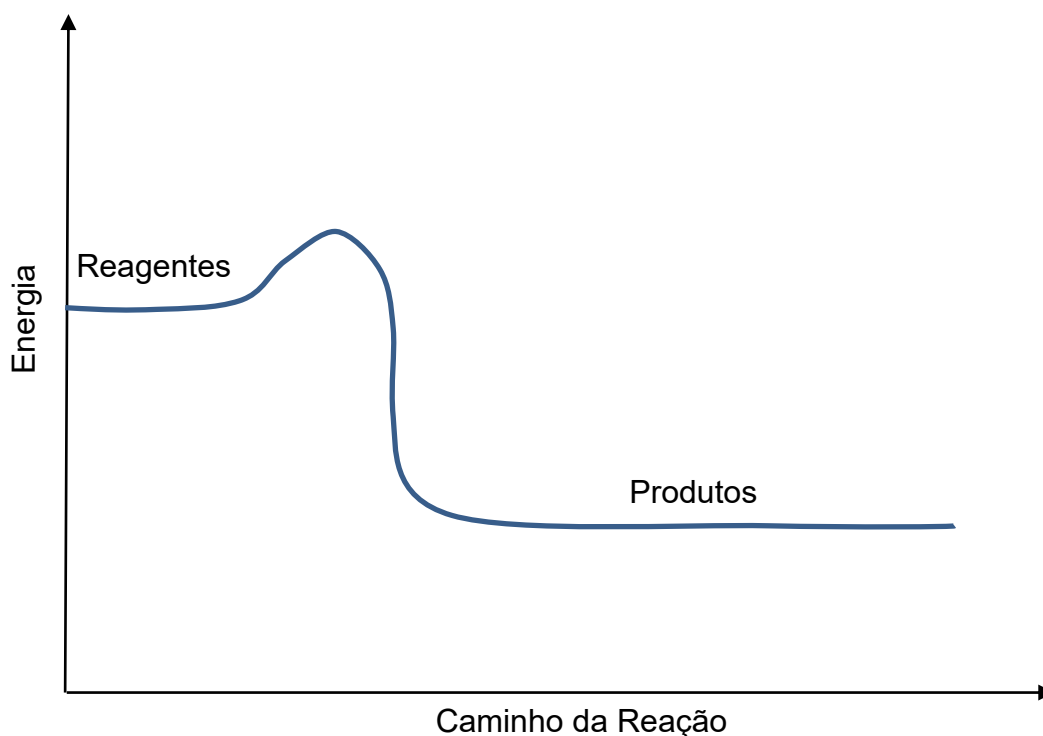


Figura 12. Gráfico de uma reação exotérmica.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

#### **Sugestão de atividade 4: Conhecendo o laboratório**

*Na falta de laboratório e até mesmo como forma de preparar os alunos para a realização de práticas experimentais, o ChemSketch pode ser utilizado para atividades em que os alunos montem alguns esquemas importantes presentes em laboratórios de Química. Os alunos poderiam aprender os nomes das principais vidrarias e equipamentos, além de demonstrar sistemas como o de destilação, de filtração, de titulação, etc. Um participante sugeriu que fossem dadas misturas para os alunos e que eles montassem, no ChemSketch, um sistema de vidrarias e equipamentos que permitissem a separação de cada um dos seus componentes.*

O ChemSketch possui uma base de dados com muitas figuras de vidrarias e outros materiais utilizados mais comumente em laboratórios (Figura 13). A atividade proposta seria uma forma de preparar os alunos para aulas no laboratório ou para apresentar a eles os principais materiais, seus nomes e funções.

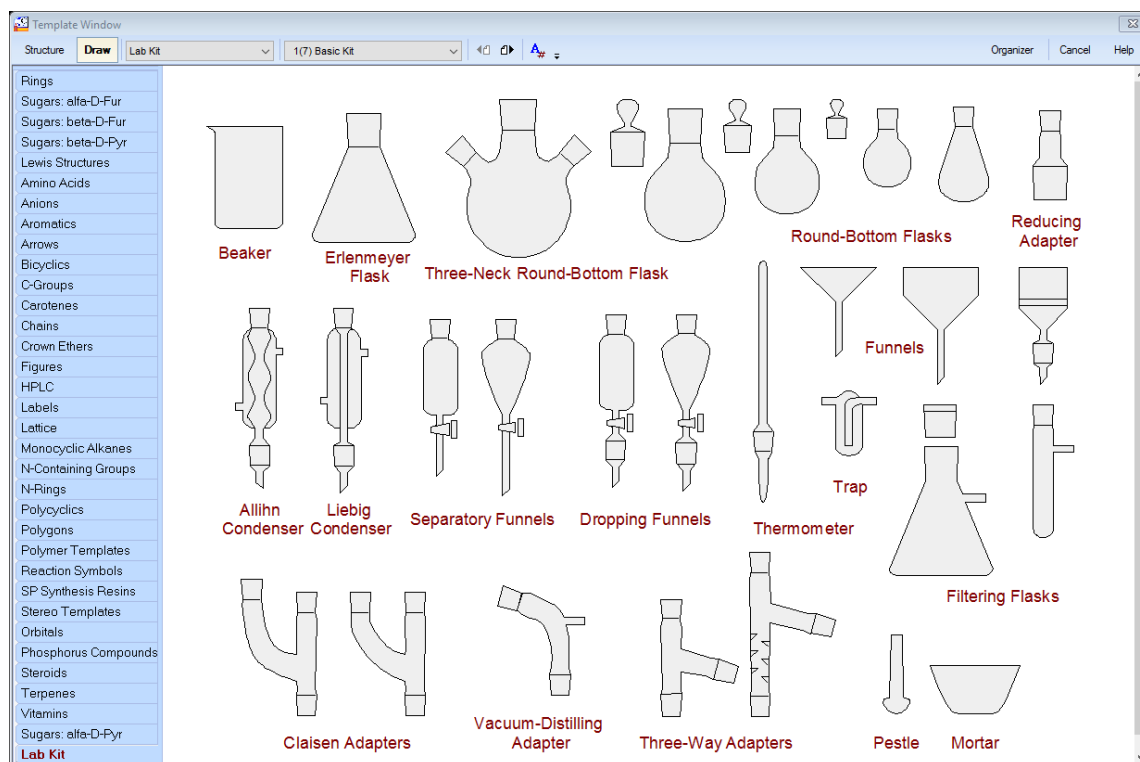


Figura 13. Kit de vidrarias de laboratório.

Fonte: *print screen* do *ChemSketch* no sistema operacional Windows 10.

Além disso, a atividade sugerida também propõe que os alunos montem esquemas laboratoriais com os recursos disponíveis no *ChemSketch*. Sistemas de destilação simples, filtração e titulação são algumas das possibilidades a serem criadas pelos alunos na interface do programa.

### Sugestão de atividade 5: Aplicativos químicos

*Foi proposto que o ChemSketch pode ser usado como base de uma atividade em que os alunos elaborariam aplicativos (para dispositivos portáteis) que realizassem algumas das funções do programa, tais como: os principais grupos funcionais, regras de nomenclatura, cálculo de propriedades dos compostos orgânicos, etc. Os alunos apresentariam os aplicativos para a turma, podendo ser realizada uma eleição para escolher o melhor desenvolvido.*

O desenvolvimento de *softwares*, como o *ChemSketch*, é um processo complexo e que demanda profissionais de programação e de bases científicas detalhadas. Entretanto, a criação de aplicativos simples, especialmente aqueles utilizados em *smartphones*, são mais simples e podem ser aproveitados em situações de ensino e aprendizagem.

A atividade proposta deixa claro que o *ChemSketch* seria apenas uma base para a elaboração dos *apps* e, portanto, apenas algumas funções do programa poderiam ser aproveitadas. Por exemplo, os alunos poderiam desenvolver um aplicativo que permitisse o cálculo das massas moleculares e a composição elementar de substâncias a partir das fórmulas moleculares. Ou então, um que mostrasse os diferentes tipos de funções orgânicas, com exemplos de estruturas e seus respectivos nomes oficiais.

É importante deixar claro que mesmo sem a utilização dos *ChemSketch*, os alunos poderiam elaborar aplicativos para serem apresentados na turma. Existem ferramentas *on-line* que facilitam a criação de *apps* simples, como é o caso da ferramenta Fábrica de Aplicativos (<http://fabricadeaplicativos.com.br/>).

### **Sugestão de atividade 6: Estudando isomeria**

*Utilizar o ChemSketch na abordagem do conteúdo de isomeria. Nessa atividade, as moléculas seriam mostradas no plano bidimensional e em três dimensões, mostrando aos alunos as diferenças espaciais que compostos orgânicos de mesma fórmula molecular apresentam. Os tipos de isomeria, especialmente, a estereoisomeria, poderia ser apresentada aos alunos, permitindo que eles criem e manipulem as estruturas.*

Um dos recursos mais interessantes do *ChemSketch* é a possibilidade de manipulação de estruturas em três dimensões. Isso permite que sejam trabalhados com os alunos vários conteúdos, como a isomeria. A isomeria ocorre quando substâncias diferentes apresentam fórmulas moleculares iguais. Na isomeria constitucional, a diferença entre os isômeros se dá nas estruturas planas. Já na

estereoisomeria, essa diferença ocorrerá na forma que os átomos estão dispostos no espaço.

A possibilidade de visualizar e movimentar estruturas moleculares, pode facilitar a compreensão de isomeria pelos alunos. Além disso, o *ChemSketch*, ao gerar os nomes para as estruturas, identifica se os isômeros são E ou Z (em caso de isomeria geométrica) ou, R ou S (em caso de isomeria óptica). Por exemplo, o professor pode sugerir uma discussão sobre o caso da talidomida. Substância que pode apresentar ações sedativas ou ter efeitos teratogênicos, dependendo da disposição espacial dos átomos dessa substância. Com o *ChemSketch*, as duas talidomidas (Figura 14), a R e a S, poderiam ser desenhadas e visualizadas tridimensionalmente e discutidas suas diferenças.

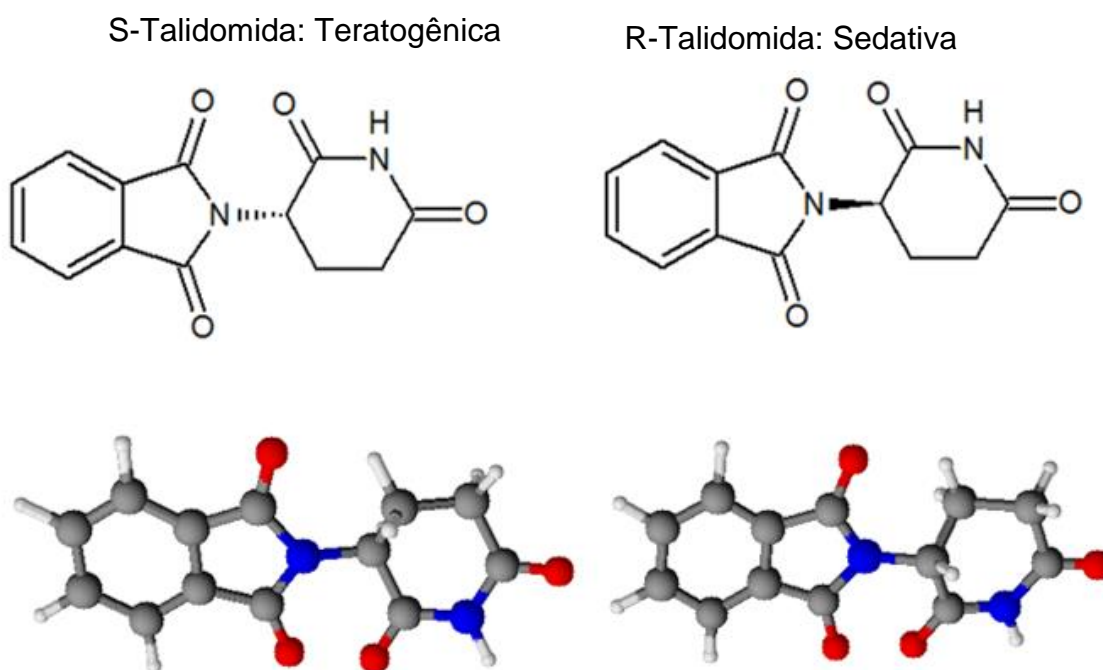


Figura 14. Estruturas da talidomida.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

### Sugestão de atividade 7: Investigando compostos orgânicos

A última atividade sugerida foi para investigar compostos orgânicos e suas propriedades. Os alunos formariam grupos e receberiam uma estrutura, sem

identificação, para que fosse desenhada no ChemSketch, com o objetivo de descobrir qual substância apresenta a referida estrutura e quais suas principais propriedades e aplicações, através das ferramentas de busca em base de dados químicos do software. Após determinado tempo, os grupos apresentariam os resultados de suas pesquisas para toda a turma. Foi dito que essa atividade poderia ser utilizada como forma de introduzir determinados conteúdos, como drogas e vitaminas, por exemplo.

Esta atividade aproveitaria uma das mais interessantes ferramentas do ChemSketch, a busca de informações na internet das estruturas desenhadas no programa. O ChemSketch possui acesso via web à três bases de dados de estruturas químicas: PubChem, eMolecules e ChemSpider. O professor pode pré-selecionar estruturas sobre uma temática (drogas, por exemplo) e os alunos fariam pesquisas, somente a partir das estruturas fornecidas por ele.

Se a estrutura sugerida a um dos grupos fosse a que está representada na Figura 15, os alunos, após desenharem a cadeia, utilizariam as três bases de dados do programa (PubChem, eMolecules e ChemSpider) para descobrirem qual substância apresenta aquela estrutura. Com acesso à internet, os alunos encontrariam que se trata da estrutura do ecstasy. Com essa informação, novas pesquisas poderiam ser feitas e cada grupo apresentaria as características e os efeitos de cada uma das substâncias sugeridas pelo professor.

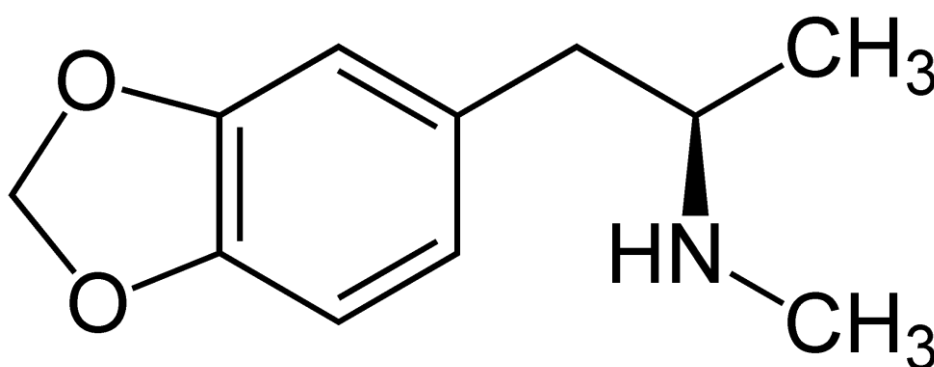


Figura 15. Estrutura do ecstasy.  
Fonte: Elaborada pelo autor.



## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atribuir o sucesso ou não de uma prática educativa ao uso de determinada metodologia didática, pode levar à uma compreensão equivocada do processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a experimentação e a realização de práticas de laboratórios já foram consideradas como uma espécie de solução para que os alunos pudessem se interessar mais pelas Ciências da Natureza, facilitando sua aprendizagem. Mais recentemente, a importância das atividades lúdicas passou permear as atenções de pesquisadores de Ensino de Ciências, sendo considerada uma eficiente alternativa às práticas didáticas tradicionais.

Nesse aspecto, tanto a experimentação como a ludicidade são metodologias que buscam promover o interesse e a participação dos alunos na construção de sua aprendizagem. Porém, a efetividade desses métodos de ensino dependerá de uma série de fatores, nos quais a figura do professor ainda é essencial. Admitindo também que nem todo processo de ensino culminará em aprendizagem, entende-se que quaisquer práticas educativas inovadoras e diferenciadas, precisam estar alicerçadas em bases claras e pedagogicamente importantes.

Com esta visão, compreende-se que o uso das tecnologias, informação e comunicação nas práticas educativas, não se constitui em uma fórmula mágica que fará com que todos os alunos queiram e consigam aprender aquilo que o professor deseja ensinar. Entretanto, assim como a experimentação e o lúdico, as próprias tecnologias educacionais, podem contribuir com o sucesso do processo de ensino e aprendizagem. Para que isso ocorra, é essencial que todos os envolvidos nesse processo, especialmente os alunos e professores, desejem e se dediquem o suficiente para que os objetivos da educação sejam alcançados.

Este trabalho buscou compreender como um *software* de estruturação molecular poderia ser usado como ferramenta no processo de ensino e aprendizagem de Química no Acre. Encontrar este “como” com precisão infalível é uma tarefa impossível. Seria prepotente da parte de qualquer pesquisador receitar maneiras de ensinar que sempre garantissem resultados excelentes, independente dos diferentes

contextos que envolvem uma sala de aula. Entretanto, como professor de Química e cidadão preocupado com a educação, seria incoerente não buscar divulgar ferramentas e metodologias que possam ajudar outros professores na árdua missão de ensinar indivíduos que, às vezes, nem desejam aprender.

Uma dessas ferramentas é o *ADC/Labs ChemSketch freeware*. A elaboração de um Guia Prático e a realização de um minicurso, possibilitou a um pequeno número de professores e interessados, conhecer as principais funcionalidades do *software* e avaliar se o mesmo pode, e “como”, ser utilizado em situações de ensino e aprendizagem. As propostas sugeridas pelos próprios professores, mostram que é possível aliar o *ChemSketch* ao ensino de diversos conteúdos, principalmente os de Química Orgânica.

Não é possível avaliar, no momento, se tais propostas terão sucesso quando realizadas na prática. Contudo, foi possível perceber que, pelas contribuições dos participantes desta pesquisa, o *ChemSketch* é uma ótima ferramenta que pode propiciar um Ensino de Química mais atrativo e participativo, considerando o potencial que as novas tecnologias educacionais têm nos dias de hoje.

## 6 PRODUTO EDUCACIONAL

Título: **Guia Prático de Utilização do ChemSketch**

Sinopse descritiva: O **Guia Prático de Utilização do ChemSketch** consiste em um manual que apresenta as principais funcionalidades do programa. O Guia aborda os processos de obtenção e instalação do *ChemSketch Freeware*, detalha a função de diversos recursos, além de sugerir atividades que podem ser realizadas utilizando o *software* em um contexto educacional.

Autor discente: Alcides Loureiro Santos

Autora docente: Anelise Maria Regiani

Público a que se destina o produto: Professores de química da Educação Básica, alunos de Ensino Médio e Superior, além dos demais interessados em utilizar o *software ChemSketch Freeware*.

URL do Produto:

<https://drive.google.com/file/d/0B1zydDfQ00kLM2x1dXgtc0NhMnc/view?usp=sharing>

## REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado. Secretaria de Estado de Educação. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Caderno 1 - Química**. Rio Branco: SEE, 2010. 44 p.
- ANDERY, M. A. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 6. Ed. Rev. e ampl. – Rio de Janeiro: Espaço e Tempo: São Paulo: EDUC, 1996.
- AZEVEDO, B. F. T. Tópicos em Construção de Software Educacional. **Mestrado em Informática: Trabalhos em Informática na Educação, UFES**, Vitória, jul. 1997. Disponível em: <<http://www.inf.ufes.br/~tavares/trab3.html>>. Acesso em: 22 out. 2013.
- 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**, Vol. 10, No 2 (2008). Disponível em <<http://www.portal.fae.ufmg.br/seer/index.php/ensaio/article/viewArticle/153>>. Acesso em 31 mar. 2015.
- BONA, B. O. Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, vol.4, n. 1, pp.35-55, 2009.
- BORGES, J. C. F. **Formação de professores na área de Ciências da Natureza – análise de uma prática reflexiva no Estágio Supervisionado**. 2010. 175 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010. Disponível em: <<http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/DetalhaDocumentoAction.do?idDocumento=378#>>. Acesso em 01 ago. 2014.
- BORGMANN, A. **Technology and the Character of Contemporary Life: A Philosophical Inquiry**. The University Chicago Press, 1984. 307p.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias** Brasília: MEC, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC). **Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+)**. Brasília: MEC/Semtec, 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.
- CABRERA, W. B.; SALVI, R. A Ludicidade no Ensino Médio: Aspirações de Pesquisa numa Perspectiva Construtivista. In: ENCONTRO NACIONAL DE

PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Ijuí. **Atas**. Ijuí: Unijuí, 2005. 2-4.

CAHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Da Educação em Ciência às Orientações para o Ensino das Ciências: Um Repensar Epistemológico**. 2004. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v10n3/05>>. Acesso em 31 mar. 2015.

CARVALHO, A. M. P. Piaget e o ensino de ciências. **Revista da Faculdade de Educação**. São Paulo: Faculdade de Educação, USP, v. 9, p. 55-77, 1983

CHAKUR, C. R. de S. L. **Fundamentos da Prática Docente: Por uma Pedagogia Ativa**. Paidéia, FFCLRP, Ribeirão Preto, 1995.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** - 1<sup>o</sup> ed. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista Brasileira de Educação**, Jan/Fev/Mar/Abr 2003 N<sup>o</sup> 22. Disponível em <<http://www.scielo.br/pdf/rbedu/n22/n22a09>>. Acesso em 31 mar. 2015.

CUNHA, M. B. **A percepção da Ciência e da Tecnologia dos estudantes de Ensino Médio e a divulgação científica**. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02032010-091909/publico/Marcia\\_Borin\\_Cunha.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-02032010-091909/publico/Marcia_Borin_Cunha.pdf)>. Acesso em 29 mai. 2015.

CUPANI, A. A tecnologia como problema filosófico: três enfoques. **Scientiae Studia**. São Paulo, v. 2, n 4, 2004.

DEL PINO, J. C.; FRISON, M. D. QUÍMICA: UM CONHECIMENTO CIENTÍFICO PARA A FORMAÇÃO DO CIDADÃO. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**. v.1 n.1 ago/dez. 2011. Disponível em <<http://publicacoes.unigranrio.edu.br/index.php/recm/article/view/1585>>. Acesso em 31 mar. 2015.

EICHLER, M.; PINO, J. C. Del. Computadores em Educação Química: Estrutura Atômica e Tabela Periódica. **Química Nova**, São Paulo, v. 23, n. 6, p. 835-9, 2000.

FEENBERG, A. Critical Theory of Technology: An Overview. **TAILORING BIOTECHNOLOGIES**. Vol. I, Issue I, winter 2005, p. 47-64.

FERREIRA, V. F. As Tecnologias interativas no ensino. **Química Nova**. 21, 780, 1998.

FRANCELIN, M. M. A epistemologia da complexidade e a ciência da informação. **Ci. Inf., Brasília**, v. 32, n. 2, p. 64-68, maio/ago. 2003. Disponível em <<http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/118/99>>. Acesso em 31 mar. 2015.

FREITAS, M. T. de A. **Vygotsky e Bakhtin. Psicologia e Educação: um intertexto.** São Paulo: Ática, 1999.

GABINI, W. S. **Formação continuada de professores de química: enfrentando coletivamente o desafio da informática na escola.** 2008. 299 f. Tese (Doutorado em Educação para Ciências) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008. Disponível em:  
<[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/2011/quimica/teses/form\\_cont\\_prof\\_quim\\_tese.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/2011/quimica/teses/form_cont_prof_quim_tese.pdf)>. Acesso em 07 ago. 2014.

GABINI, W. S. **Informática e ensino de química: investigando a experiência de um grupo de professores.** 2005. 150 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) – Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005. Disponível em:  
<[http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS\\_MEST/DIS\\_MEST20050215\\_GABINI%20WANDERLEI%20SEBASTIAO.pdf](http://www2.fc.unesp.br/BibliotecaVirtual/ArquivosPDF/DIS_MEST/DIS_MEST20050215_GABINI%20WANDERLEI%20SEBASTIAO.pdf)>. Acesso em 07 ago. 2014.

GEHLEN, S. T.; AUTH, M. A. Contextualização e Significação no Ensino de Ciências Naturais. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 5, 2005, Ijuí. **Atas.** Ijuí: Editora Unijuí, 2005. 2-11.

GIORDAN, M.; **Computadores e linguagens nas aulas de ciências.** Ed. Unijuí, 2008

GIORDAN, M. O COMPUTADOR NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: BREVE REVISÃO CRÍTICA ACERCA DE ALGUMAS FORMAS DE UTILIZAÇÃO. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 279-304, 2005.

GIORDAN, M. O papel da Experimentação e Ensino de Ciências. **Química Nova na Escola**, São Paulo, n.10, p. 43-9, nov. 1999.

KENSKI, V. M. **Educação e Tecnologias: o novo ritmo da informação.** Campinas, SP: Papirus, 2007

KOHL, M. O. **Aprendizagem e Desenvolvimento.** 1º ed. São Paulo, Scipione, 2000.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química – Prática e teoria na formação docente.** 1º ed. Curitiba, Appris, 2015.

LEITE, W. S. S.; RIBEIRO, N. C. A. do (2012). A inclusão das TICs na educação brasileira: problemas e desafios. Magis, **Revista Internacional de Investigación em Educación**, 5 (10), 173-187. Disponível em  
<<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281024896010>>. Acesso em 31 mar. 2015.

LI, Z.; WAN, H.; SHI, Y.; OUYANG, P. Personal Experience with Four Kinds of Chemical Structure Drawing Software: Review on ChemDraw, ChemWindow, ISIS/Draw, and ChemSketch. **J. Chem. Inf. Comput. Sci**, v. 44, n. 5, p. 1886-1890, 2004.

LOPES, A. O. **Planejamento do ensino numa perspectiva de educação**. In: VEIGA, I. P. A. **Repensando a didática**, 16ª. Ed. Campinas: Papirus, 2000.

LOPES, J. Ensino Médio: O maior problema da educação do Brasil. **Isto É**, ano 37, n. 2289, p. 52-56, 2 out. 2013.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MAIA, J. de O.; JUNQUEIRA, M. M.; WARTHA, E. J.; SILVA, E. L. **PIAGET, AUSUBEL, VYGOTSKY E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA**. IX CONGRESO INTERNACIONAL SOBRE INVESTIGACIÓN EN DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS. 2013. Disponível em <[http://congres.manners.es/congres\\_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art\\_859.pdf](http://congres.manners.es/congres_ciencia/gestio/creacioCD/cd/articulos/art_859.pdf)>. Acesso em 31 mar. 2015.

MALDANER, Otavio Aloísio. **A formação inicial e continuada de professores de química**. Ijuí: UNIJUÍ, 2000.

MARQUES, P. S.; GONÇALVES, I. C. B.; AGUIAR, L. C. da C. Alfabetização Científica e os Saberes Locais: O Caso de Vila do Abraão, Ilha Grande- RJ. **ATOS E PESQUISA EM EDUCAÇÃO - PPGE/ME FURB**. ISSN 1809-0354 v. 6, n. 2, p. 521-534, mai./ago. 2011. Disponível em <<http://proxy.furb.br/ojs/index.php/atosdepesquisa/article/view/2264/1698>>. Acesso em 31 mar. 2015.

MATURANA, H. R.; VARELA, F. G. **A Árvore do Conhecimento**: As bases biológicas do entendimento humano. Workshopsy, Campinas, Brasil, 1995.

MELO, E. S. N.; MELO, J. R. F. Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente. **ETD – Educação Temática Digital**, Campinas, v.6, n.2, p.51-63, jun. 2005 – ISSN: 1676-2592.

MORIN, E. **Ciência com consciência**. Tradução Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. – Ed. Revista e modificada pelo autor. – Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005. 336p.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 1ed. São Paulo: Scipione, 2007. (Livro do Professor).

NARDI, R. (Org.) **Questões atuais no ensino de ciências**. 2 ed. São Paulo: Escrituras, 2009.

OLIVEIRA, L. B. de. **A pesquisa-ação sobre a prática como elemento de formação inicial do professor por meio do minicurso química marinha**. 2010, 69f. Monografia (Química – Licenciatura Plena), Instituto Luterano de Ensino Superior ILES/ULBRA, Itumbiara, 2010.

PAVLINIC, S.; BUCKLEY, P.; BURNS, J. e T. WRIGHT. Computing in stereochemistry – 2D Or 3D representations? In **Research in Science Education - Past, Present, and Future**, Amsterdam: Springer Netherlands, 2007.

PEREIRA, D. I. dos S.; LIMA, B. A. T.; SILVA, T. R.; SANTOS, M. B. H.; ALMEIDA, R. V. TECNOLOGIAS DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA. **CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E INCLUSÃO**. 2014. Disponível em <  
[http://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/Modalidade\\_1datahora\\_08\\_11\\_2014\\_23\\_52\\_06\\_idinscrito\\_1267\\_aecb5f140c86ddd5ae7dde49ec86e381.pdf](http://editorarealize.com.br/revistas/cintedi/trabalhos/Modalidade_1datahora_08_11_2014_23_52_06_idinscrito_1267_aecb5f140c86ddd5ae7dde49ec86e381.pdf)>. Acesso em 17 dez. 2015.

PEREIRA, J. R.; ARAÚJO, M. C. P. de. CONCEPÇÕES DE CIÊNCIA: UMA REFLEXÃO EPISTEMOLÓGICA. **VIDYA**, v. 29, n. 2, p. 57-70, jul./dez., 2009 - Santa Maria, 2010. ISSN 2176-4603 X.

PIAGET, J. **Jan Amos Comênio**; tradução: Martha Aparecida Santana Marcondes. Pedro Marcondes, Gino Marzio Ciriello Mazzetto; organização: Martha Aparecida Santana Marcondes. – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, Editora Massangana, 2010.

PIAGET, J. **O nascimento da inteligência na criança**. 4º ed. Rio de Janeiro, LTC, 1998.

PRIGOGINE, I. & STENGERS, I. **A nova aliança: Metamorfose da ciência**. Tradução: Miguel Faria e Maria Joaquina Machado Trincheira. Revisão: João Pedro Mendes. Terceira edição. UnB, 2005.

RAMOS, E. M. F. (Org.). **Informática na escola: um olhar multidisciplinar**. Fortaleza: Editora UFC, 2003.

RAUPP, D.; SERRANO, A.; MARTINS, T. L. C.; SOUZA, B. C. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.9, n.1, p.18-34, 2010.

REZZADORI, C. B. Dal B.; CUNHA, M. B. da. Produção de Material Didático: Uma Proposta para Química Ambiental. **Varia Scientia**, [s.l.], v. 5, n. 9, p. 177-88, 2005.

SAMPAIO, F. F. (Org.); ELIA, M. F. (Org.). **Projeto Um Computador por Aluno: pesquisas e perspectivas**. 01. ed. Rio de Janeiro: Instituto Tercio Pacitti (NCE) - UFRJ, 2012.

SANTIAGO, E. C. A. **A integração das tecnologias de informação e comunicação no processo de ensino aprendizagem em química nas escolas públicas de Manaus**. 2010. 118 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia) – Escola Normal Superior, Universidade Estadual do



Amazonas, Manaus, 2010. Disponível em:  
<<http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/16-4.pdf>>. Acesso em 07 ago. 2014.

SANTOS, A. M. P. **Ensino a Distância para Professores - Um Caso Real de Sucesso no Âmbito do Programa Prof2000**. 2004. Disponível em  
<[http://www.abed.org.br/site/pt/midiateca/textos\\_ead/659/ensino\\_a\\_distancia\\_para\\_professores\\_-\\_um\\_caso\\_real\\_de\\_sucesso\\_no\\_ambito\\_do\\_programa\\_prof2000\\_](http://www.abed.org.br/site/pt/midiateca/textos_ead/659/ensino_a_distancia_para_professores_-_um_caso_real_de_sucesso_no_ambito_do_programa_prof2000_)>. Acesso em 12 ago. 2014.

SANTOS, M. R. C. dos.; 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 Niterói/RJ, 2012. Disponível em  
<<http://ivenecienciassubmissao.uff.br/index.php/ivenecienciassubmissao/eneciencias2012/paper/download/442/312>>. Acesso em 31 mar. 2015.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em Ensino de Química no Brasil: Conquistas e Perspectivas. **Química Nova**, São Paulo, v. 25, supl. 1, p. 14-24, 2002.

SERRA, G. M. D. **Contribuições das TIC no ensino e aprendizagem de ciências: tendências e desafios**. 2009. 383 f. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <[http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05012010-142158/publico/Glades\\_Miquelina\\_ME.pdf](http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/48/48134/tde-05012010-142158/publico/Glades_Miquelina_ME.pdf)>. Acesso em 07 ago. 2014.

SILVA, A. A. da. A Construção do Conhecimento Científico no Ensino de Química. **Revista Thema**, v. 9, n. 2 (2012a). Disponível em:  
<<http://revistathema.ifsul.edu.br/index.php/thema/article/view/130>>. Acesso em 31 mar. 2015.

SILVA, E. M. R. TIC NA EDUCAÇÃO: ANÁLISE PRELIMINAR DOS NOVOS SABERES DA FORMAÇÃO DOCENTE NAS UNIVERSIDADES DE SERGIPE. **Revista Contrapontos - Eletrônica**, v. 12, n. 1, p. 37-46, jan-abr 2012b.

SOUZA, F. N. de; BEZERRA, A. C. (Org.). **Ferramentas TIC na escola: Aplicações práticas**. Aveiro (Portugal): Universidade de Aveiro, 2013. Disponível em:  
<http://www.bubok.pt/livros/6768/Ferramentas-TIC-na-escola-Applicacoes-praticas>. Acesso em 06 fev. 2014.

TAVARES, R.; SOUZA, R. O. O.; CORREIA, A. O. UM ESTUDO SOBRE A “TIC” E O ENSINO DA QUÍMICA. **Anais SIMTEC** – ISSN: 2318-3403. Aracaju/SE – 25 a 27/09/ 2013. Vol. 1/n. 1/ p. 657-669. Disponível em:  
<<http://www.revistageintec.net/portal/index.php/revista/article/download/296/346>>. Acesso em 31 mar. 2015.

TERUYA, L. C.; MARSON, G. A.; FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. VISUALIZAÇÃO NO ENSINO DE QUÍMICA: APONTAMENTOS PARA A PESQUISA E

DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS EDUCACIONAIS. **Química Nova**, São Paulo, v. 36, n. 4, p. 561-569, 2013.

VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. 6 ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

WADSWORTH, B. J. **Inteligência e afetividade da criança na teoria de Jean Piaget**. São Paulo: Pioneira, 1995.

**APÊNDICES – Questionários inicial e final**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Mestrando: Alcides Loureiro Santos

Orientadora: Profa. Dra. Anelise Maria Regiani

Título do Trabalho: A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO ACRE

**QUESTIONÁRIO INICIAL**

1. Até que ponto você considera importante a utilização de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) para o ensino de química atualmente?

- Muito importante
- Importante
- Pouco importante
- Não são importantes

2. Você utiliza *softwares* de química em suas aulas?

- Sim
- Não

Se sim, quais você mais utiliza?

3. Em suas aulas, quais conteúdos de química você gostaria de utilizar *softwares* desenvolvidos para estimular o aprendizado dos seus alunos?

---

---

---

4. Você já participou de formações continuadas voltadas para a apresentação de TICs voltadas para o ensino de química?

- Sim
- Não

5. Você conhece o *software ChemSketch*?

- Sim
- Não

6. Como você classifica seu grau de domínio do *ChemSketch*?

- Muito
- Razoável
- Pouco
- Nenhum

7. Programas de estruturação molecular podem contribuir com sua prática docente em sala de aula e ajudar no processo de ensino e aprendizagem de química?

- Sim
- Não
- Depende

Deseja comentar?

---

---

---

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE CIÊNCIAS E MATEMÁTICA**

Mestrando: Alcides Loureiro Santos

Orientadora: Profa. Dra. Anelise Maria Regiani

Título do Trabalho: A UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE CHEMSKETCH COMO FERRAMENTA NO ENSINO DE QUÍMICA ORGÂNICA NA EDUCAÇÃO BÁSICA DO ESTADO DO ACRE

**QUESTIONÁRIO FINAL**

1. Como utilizar o *software ACD/ChemSketch Freeware* como ferramenta midiática no processo de ensino de Química Orgânica no Ensino Médio, considerando suas potencialidades e limitações, no contexto da Educação Básica no Estado do Acre?

---

---

---

---

2. Como você avalia o Guia Prático de utilização do *ChemSketch*?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

3. O que você mais gostou no Guia Prático de utilização do *ChemSketch*?

---

---

---

4. O que você menos gostou no Guia Prático de utilização do *ChemSketch*?

---

---

---

5. Como você avalia o Minicurso *ChemSketch: Aprendendo a desenhar estruturas orgânicas*?

- Ótimo
- Bom
- Regular
- Ruim
- Péssimo

6. Você pretende usar mais vezes o *software ChemSketch* em suas aulas?

- Sim
- Não
- Não sei

7. Como você classifica seu grau de domínio do *ChemSketch* após o minicurso?

- Muito
- Razoável
- Pouco
- Nenhum