

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS
Centro de Ciências Químicas Farmacêuticas e de Alimentos
Curso de Licenciatura em Química



Trabalho de Conclusão de Curso

Softwares Educacionais para o Ensino de Química: Uma revisão da literatura.

Eduardo Martarelo Andia Sandagorda

Pelotas, 2022

Eduardo Martarelo Andia Sandagorda

Softwares Educacionais para o Ensino de Química: Uma revisão da literatura.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Licenciatura em Química.

Orientador: Professor Dr. Bruno Pastoriza

Pelotas, 2022

Universidade Federal de Pelotas / Sistema de Bibliotecas
Catalogação na Publicação

A111s Andia, Eduardo

Softwares educacionais para o ensino de química: uma
revisão da literatura / Eduardo Andia ; Bruno Pastoriza,
orientador. — Pelotas, 2022.

44 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em
Química) — Centro de Ciências Químicas, Farmacêuticas e
de Alimentos, Universidade Federal de Pelotas, 2022.

1. Softwares química. 2. Ensino de química. 3. Revisão
bibliográfica. I. Pastoriza, Bruno, orient. II. Título.

CDD : 540.7

Eduardo Martarelo Andia Sandagorda

Softwares Educacionais para o Ensino de Química: Uma revisão da literatura.

Trabalho de Conclusão de Curso de Licenciatura em Química, apresentado como requisito parcial, para obtenção do grau de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 29/06/2022

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Bruno Pastoriza (orientador)

Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Prof. Dr. Alessandro Cury Soares

Doutor em Educação em Ciências pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Prof. Me. Lucas Pereira Gandra

Mestre em Ensino de Ciências pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul

Professor de Física, Química e Biologia da Fundação Educacional de Coxim (FEC)

Coordenador Acadêmico da UNIDERP- Anhanguera pólo Rio Verde de Mato Grosso-MS.

Agradecimentos

Primeiramente agradecer a Deus por estar sempre ao meu lado em todos os momentos da minha vida. Agradeço a toda minha família, Martarelo e Andia, por acreditarem no meu sonho e entregar todo o apoio nesse período de graduação. Agradeço em especial a minha mãe, Irma Martarelo, que me inspira todos os dias da minha vida. Uma mulher guerreira, que me enche de orgulho e que em todos os momentos me confortou com seu colo e comemorou comigo cada conquista.

Ao pai que a vida me deu, Marlos. Obrigado por todos os puxões de orelha, todos os ensinamentos e por ter me tornado uma pessoa forte. Aos meus irmãos, Leonardo e Vicenzo, que são meus amores infinitos e que me divertem todos os dias! Aos meus avôs, que mesmo ao lado de Deus, sempre serviram de inspiração e que me deixaram muitos valores de herança.

Agradeço ao meu Pai, que lá do céu, sempre se fez presente em pensamentos e saudades. Eu consegui, meu velho!

Meu muito obrigado para a minha namorada, Rafaella, que muitas vezes ficou até tarde acordada me apoiando e me motivando a continuar, obrigado pelo carinho e companheirismo!

Agradeço aos amigos que levo da UFPEL para a vida: Luiz (Aí ele!), Gabriel, Manu, Alemão e amigos do lab. 210, até o Alessandro que nem da UFPEL é, mas graças a universidade conheci ele. Muito obrigado pelos dias de estudo e descontração. Só para lembrar que o Andiazinho é Tri da América!!!

Meu muito obrigado aos professores que tive durante a graduação, em especial ao Professor Bruno, Professor Fábio e Professor Diego que fizeram um papel muito importante não só para a minha futura vida profissional, mas também ajudaram muito na minha construção como cidadão.

Resumo

SANDAGORDA, Eduardo Martarelo Andia. **Softwares Educacionais para o Ensino de Química: Uma Revisão da Literatura**. 2022 44f. Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Graduação em Licenciatura em Química. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2022.

Este Trabalho de Conclusão de Curso tem como objetivo compreender o olhar dos pesquisadores da área de Educação em Química sobre os Softwares educativos. Para isso, o estudo se baseia em uma revisão da literatura em que os autores trazem tabelas ou listagens de softwares educacionais no Ensino de Química, sendo essas, reorganizadas e unificadas em uma única tabela a partir do que esses pesquisadores da área trazem em seus trabalhos. A presente pesquisa tem natureza quali-quantitativa, e a metodologia escolhida foi baseada na revisão bibliográfica, com base em artigos publicados nas principais revistas de educação, trabalhos acadêmicos publicados, anais e conferências. Os resultados mostram que esse tema vem sendo trabalhado por pesquisadores desde a década de 90, e que por existir uma grande variedade de softwares utilizados no Ensino de Química, pode acarretar em uma espécie de volatilidade dos Softwares que podem ser lançados e excluídos da rede em curto período de tempo.

Palavras-chave: Softwares Química. Ensino de Química. Revisão Bibliográfica.

Abstract

SANDAGORDA, Eduardo Martarelo Andia. **Educational Software for Teaching Chemistry: A Literature Review**. 2022 44f. Course Completion Paper (CBT). Undergraduate Degree in Chemistry. Federal University of Pelotas, Pelotas, 2022.

This graduation work aims to understand the look of researchers in the field of chemistry education on educational softwares. The study is based on a literature review where the authors bring tables or listings of educational software in chemistry teaching, which are reorganized and unified in a single table from what these researchers in the area bring in their work. The present research has a quali-quantitative nature and the methodology chosen was based on a bibliographic review within articles published in the main education journals, published academic works, proceedings, and conferences. The results show that this theme has been worked on by researchers since the 90s. By the wide variety of software used in chemistry teaching, it can lead to a kind of volatility of the Software that can be launched and excluded from the network in short period of time.

Keywords: Chemical Software. Chemistry teaching. Literature review.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
2. METODOLOGIA	11
3. RESULTADOS.....	13
3.1 Tabela de Softwares	21
3.1.1 Acd/Chemsketch®.....	26
3.1.2 ChemDraw	29
3.1.3 Avogadro.....	32
3.1.4 Carbópolis	34
4. SOFTWARES NA ATUALIDADE.....	38
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	40
6. REFERÊNCIAS	41

1.INTRODUÇÃO

A disciplina de Química apresenta-se em um contexto eminentemente experimental (SANTOS et al., 2010). Os experimentos são vistos como a base da produção dos conhecimentos químicos, por isso é compreensível que haja o entendimento de que, se tratando de aprender Química, seja necessária a vivência em laboratório (FROZZA et. al., 2021). Sabe-se que a experimentação tem a capacidade de despertar o interesse dos alunos, e é comum ouvir de professores que ela promove o aumento da capacidade de aprendizagem (DA SILVA, 2016). Uma alternativa que vem sendo estudada pelos pesquisadores do Ensino de Química é a utilização de Softwares Educacionais (SE), sendo estes disponibilizados em sites e/ou repositórios, em vários formatos e, alguns, em download totalmente livre (RAUPP et al., 2008). Estes permitem que sejam estudados diversos e variados conteúdos de química, como os arranjos geométricos, as ligações químicas, a atomística, os processos físico-químicos e ainda os compostos orgânicos (MACHADO, 2016). Os Softwares Educacionais (SE) caracterizam-se como sendo recursos digitais que podem ser usados e reutilizados como auxílio no processo de aprendizado (DA SILVA, 2016). Tais ferramentas denotam sua potencialidade reforçando a ação docente em sala de aula de modo a favorecer colaborativa e substancialmente a aprendizagem significativa dos conteúdos escolares (MACHADO, 2016).

Ao mesmo tempo em que os Softwares Educacionais se mostram como ferramentas potenciais para o processo de ensino e aprendizado, o período em que vivemos nos possibilita ter mais acesso a esse tipo de ferramenta, a partir de aplicativos de celular e computadores. Hoje, a informática está presente de maneira irreversível na nossa vida, e os jogos contidos em alguns softwares educativos são elaborados para divertir enquanto ensinam (SOFFA e ALCÂNTARA, 2008).

Por outro lado, as utilizações de softwares também possibilitam que o educador planeje de maneira inovadora as atividades e conteúdo (BONA, 2009). Segundo Bona,

Muitos softwares educacionais estão se tornando uma solução reveladora e interessante, à medida que são empregados nas mais variadas situações tais como em simulações, que substituem sistemas físicos reais da vida profissional e testam diferentes alternativas de otimização desses sistemas. Além disto, podem também contribuir na estimulação do raciocínio lógico e, conseqüentemente, da autonomia, à medida que os alunos podem levantar hipóteses, fazer inferências e tirar conclusões, a partir dos resultados apresentados (BONA, 2009, p 36).

Sendo assim, permitem que o professor reflita sobre sua prática, a maneira de abordar conteúdos, conceitos, adaptações que potencialmente conduzam a uma apropriação mais significativa dos conteúdos de sua disciplina de domínio específico (MACHADO, 2016).

Ainda nesse contexto, é importante destacar que além das salas de informática e utilização de computadores, nos tempos atuais, com a disseminação do smartphone, essas tecnologias vêm cada vez mais sendo exploradas, tomando como base o interesse e inovação no uso de tecnologias móveis para a aprendizagem (GRESZYSCZYK et al., 2016). É necessário ressaltar, a importância dos dispositivos móveis na educação, pois essa tecnologia está presente até mesmo em áreas em que as escolas, os livros e os computadores são escassos (UNESCO, 2013). Portanto, os dispositivos móveis podem se tornar ferramentas potentes para contribuir com a melhoria e ampliação da aprendizagem, principalmente, para estudantes que tradicionalmente não tinham acesso à educação de alta qualidade (GRESZYSCZYK et al., 2016).

Ao entender a crescente exploração e importância do uso de softwares educacionais como meios alternativos para o ensino, o presente trabalho tem como objetivo compreender o olhar dos pesquisadores da área da Educação em Química para os Softwares educativos desenvolvidos com vistas ao ensino da Química. Para isso, o estudo se baseia em uma revisão da literatura em que os autores trazem tabelas ou listagens de softwares educacionais no Ensino de Química, sendo essas reorganizadas e unificadas em uma tabela a partir do que esses pesquisadores da área trazem em seus trabalhos.

2. METODOLOGIA

A presente pesquisa tem natureza quali-quantitativa. Nos últimos anos esse tipo de metodologia foi adotado por vários pesquisadores de diversas áreas que enfatizam em suas pesquisas as relações, combinações possíveis e as distinções entre a pesquisa quantitativa e a qualitativa (FLICK, 2009). Para Bryman (1992), citado por Flick (2009), essa combinação entre diversos métodos qualitativos e quantitativos visa fornecer um quadro mais geral da questão em estudo. Nesta perspectiva, a pesquisa qualitativa pode ser apoiada pela pesquisa quantitativa e vice-versa, possibilitando uma análise estrutural do fenômeno com métodos quantitativos e uma análise processual mediante métodos qualitativos (SCHNEIDER et al., 2017).

A metodologia escolhida foi baseada na revisão bibliográfica, com base em artigos publicados nas principais revistas de educação, trabalhos acadêmicos publicados, anais, conferências e etc. Para atender os objetivos do trabalho, essa metodologia foi baseada na leitura e aplicação das etapas denominadas por Morosoni (2015) para uma revisão bibliográfica:

- Bibliografia anotada: Identificação e seleção, a partir da pesquisa por descritores, dos materiais que farão parte do corpus de análise.
- Bibliografia sistematizada: Leitura flutuante dos resumos dos trabalhos para a seleção e o aprofundamento das pesquisas, a fim de elencar os que farão parte da análise e escrita do estado do conhecimento.
- Bibliografia categorizada: Reorganização do material selecionado, ou seja, do corpus de análise e reagrupamento destes em categorias temáticas.

Atendendo a primeira etapa, inicialmente, foram realizadas pesquisas no Google Acadêmico, cada uma com as seguintes palavras chaves: “Softwares no Ensino de Química”, “Softwares Química”, “Softwares Ensino”, “Ensino de química Computacional”, “Tecnologias Ensino de Química” “Ambientes Virtuais ensino de Química”. Após a pesquisa inicial, foram selecionados artigos e/ou trabalhos que apresentaram algum tipo de estudo sistemático de revisão que organizasse objetivamente os dados de softwares pensados especificamente

para o Ensino de Química e/ou suas relações com outras áreas, contendo os nomes ou informações de softwares educacionais utilizados para o Ensino de Química.

Seguindo a segunda etapa para a revisão bibliográfica, foi realizada a leitura dessas publicações. Quando encontradas as listagens ou tabelas, essas foram destacadas no texto afim de elencar o que fará parte do presente trabalho. Além de destacar as tabelas e listas, foi revisado em qual sentido esses trabalhos as traziam.

Atendendo a terceira etapa, foram expostas essas listas e tabelas no presente trabalho, trazendo como parte da análise uma reorganização delas, e elencando quais softwares mais apareceram nas publicações analisadas, bem como, a criação de uma nova tabela contendo todos os campos das tabelas anteriores reagrupadas e já tratadas por um processo de revisão dos materiais apresentados em termos de disponibilidade, continuidade e acesso.

3. RESULTADOS

Nessa seção serão apresentados os resultados da busca por artigos e trabalhos selecionados que trazem estudos sistemático de revisão que organizam objetivamente os dados de softwares pensados especificamente para o Ensino de Química e/ou suas relações com outras áreas, sendo eles contendo os nomes ou informações de softwares educacionais utilizados para o Ensino de Química.

Inicialmente apresento uma tabela (**Tabela 1**), que destaca os artigos que foram utilizados nessa revisão. A tabela apresenta o tipo de trabalho, ou seja, se o trabalho mencionado é de uma revisão da literatura ou um trabalho onde foram criadas outras metodologias para o seu desenvolvimento.

Tabela 1: Trabalhos utilizados para a realização da Revisão da Literatura

Artigos mencionados	Trabalho de Revisão	Autor e Ano
<i>Entornos virtuales de aprendizaje en química: una revisión de la literatura</i>	Sim	Giordan. 2009
<i>The Application of Computer Softwares in Chemistry Teaching</i>	Não	Yu. 2012
<i>Plan de Formación TIC para el Departamento Docente de Ciencia, Tecnología y Salud de la FAREM Carazo, UNAN Managua</i>	Não	Conrado. 2013
Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química	Sim	Machado. 2016
Softwares para o Ensino de Química: ChemsSketch® um Poderoso Recurso Didático	Não	Batista et al. 2016
A Utilização de Softwares como Estratégias Promotoras da Argumentação no Ensino de Química	Não	Pessoa <i>et al.</i> 2017
Revisão da Literatura Sobre o Uso de Softwares no Ensino de Química	Sim	Calheiros. 2020

A partir de 1994, alguns softwares já existentes começaram a ser adaptados pelos “designers” para o ensino. Em 1995, surgiram comentários frequentes sobre o uso sistemático de softwares para o ensino: os professores poderiam usá-los efetivamente em sala de aula e muitos programas surgiram como substitutivos do livro-texto (RIBEIRO, 2002).

Em 2005, alunos da faculdade de química da Universidade Nacional Autônoma do México, fizeram uma revisão da literatura sobre ambientes virtuais de aprendizagem em química, e como resultado foi confeccionada uma tabela que lista os principais meios de aprendizagem virtuais da época, conforme mostra a **figura 1**.

Figura 1: Forma esquemática dos ambientes virtuais para o aprendizado de Química que foram encontrados na revisão de literatura

<i>Año Public.</i>	<i>Nombre del Entorno</i>	<i>Visualización*</i>	<i>Visualización simultánea</i>	<i>Navegador común</i>	<i>Interacción en tres dimensiones</i>	<i>Creación de representaciones</i>
1994	4M:CHEM	M, N, S	Si	No	No	No
1996	VisChem	M, N, S	Si	No	No	No
1997	CHEMMAT	M, N, S	Si	Si	No	No
1998	ChemViz	N, S	Si	Si	Si	EVAnz.
2000	SMV:Chem	M, N, S	Si	No	No	No
2001	eChem	M, N	No	No	Si	Montag.
2002	ChemSense	N, S	Si	Si	No	Bidim.
2002	ChemDiscovery	M, N, S	Si	Si	Si	Tridim.
2003	CHEMnet	M, N, S	Si	Si	Si	No
2003	Connected Chemistry	M, N	Si	No	Si	No
2004	Chemical Change	M, N, S	Si	Si	No	No
2004	Molecular Workbench	N, S	Si	No	Si	No
2005	Constructor	N, S	Si	Si	Si	Si

* "M" se refiere a macroscópica, "N" a nanoscópica, y "S" a simbólica.

Fonte: Giordan (2009, p.310).

Na **Figura 1**, é apresentado um resumo das principais características e métodos de exibição, as possibilidades de manipulação virtual e criação de novas estruturas produtos químicos. A primeira coluna mostra o ano de publicação do ambiente virtual. O segundo indica o nome do ambiente. A terceira coluna mostra as opções de exibição que o ambiente oferece. A quarta diz que se o ambiente oferece a possibilidade de visualização simultânea das representações. A quinta mostra se o ambiente é acessível a através de navegadores de hipertexto (sim) ou se for necessário instalar um navegador para acessar o sistema (ou não). O sexto indica se é possível manipular as representações oferecidas pelo ambiente, e a sétima e última coluna mostra se pode criar representações químicas usando as ferramentas do ambiente (GIORDAN, 2009).

Um estudo publicado por Yu (2012), traz a aplicação de softwares de computador no Ensino de Química. Nesse artigo, os autores apresentam uma lista com diversos softwares. O primeiro a ser apresentado é o PowerPoint, que, segundo o autor, apresenta inúmeras vantagens em relação aos métodos

convencionais de apresentação que utilizam diversos meios: texto, som, música, fotos, filme e registro de vídeo. O PowerPoint pode tornar a apresentação visualmente boa e pode ser facilmente lido se você tiver um conteúdo complexo (YU, 2012). Os autores também destacam que o PowerPoint

Oferece um grande número de possibilidades ao escolher e praticar o ensino de aulas e unidades no campo da química orgânica, configuração eletrônica, estrutura de sistemas cristalinos, etc. Assim, modelos de átomos e moléculas, ligações covalentes e iônicas, estrutura carbônica de moléculas orgânicas, estrutura cristalina não mais representam modelos estáticos. Na verdade, eles se tornaram filmes e curtas-metragens, que, juntamente com suporte de tom e música, fornecem ilustração visual para os alunos da formação de ligações químicas e sistemas cristalinos, átomos e moléculas. Powerpoint oferece clareza e visualização de fenômenos exibidos e modelos, que correspondem aos níveis de abstração, neste caso, subiram um nível (YU, 2012, p. 74).

O segundo programa que os autores apresentam é o ChemDraw, que segundo os autores, há muito tempo é reconhecido como a principal aplicação para desenho de estruturas químicas (YU, 2012). O programa traz a possibilidade de desenhar estruturas moleculares que podem ser visualizadas em uma representação 3D (YU,2012). O autor também menciona o ACD/ChemSketch, que é descrito como um pacote de desenho que permite desenhar estruturas químicas de compostos orgânicos, organometálicos, polímeros, estruturas, além de incluir cálculos de propriedades moleculares (YU, 2012).

Conrado (2015), em sua pesquisa na Universidade Nacional Autônoma da Nicarágua, traz uma lista com softwares e comenta sobre cada um deles. Segundo o autor, essa listagem tem o objetivo de orientar o professor interessado neste assunto. Assim, o autor classifica esses softwares como muito úteis para melhorar o ensino da química e torná-lo mais emocional e interessante para os alunos (CONRADO, 2013). O primeiro programa que o autor lista é o CHEMLAB,

Uma simulação interativa de um laboratório de química. Trabalha com os equipamentos e procedimentos mais utilizados no laboratório, simulando as etapas tomadas ao realizar um experimento no laboratório de química. Cada experiência vem em um módulo de simulação, de modo que com o mesmo módulo pode realizar diferentes ensaios usando uma única interface de usuário. O ChemLab permite ao usuário realizar

testes químicos rapidamente, em uma fração de tempo claramente inferior ao de um teste real, ao mesmo tempo em que enfatiza a Princípios e técnicas de química experimental (CONRADO, 2013, p.21).

Já o segundo software que o autor traz é o RASMOL, que é um programa que permite visualizar a estrutura tridimensional das moléculas. É um programa de distribuição gratuita, e também tem o código aberto, para que qualquer pessoa que tenha o conhecimento apropriado, possa fazer melhorias ou adaptar o programa ao seu uso especial (CONRADO, 2013). Por fim, o autor apresenta o QUIMAP. A partir dele é possível baixar outros programas como Protein Explorer ou Chime, que são plug-ins da Internet que permitem a representação visual de moléculas em três dimensões com uma série de comandos idênticos aos usados no Rasmol (CONRADO, 2013).

Machado (2016) faz um estudo em cima de artigos e trabalhos publicados sobre os Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulação. O autor traz uma tabela contendo as informações sobre os softwares analisados com algumas de suas particularidades. Como um de seus resultados, a tabela poderá favorecer tanto a procura como a adequada seleção desses recursos para auxiliar o Ensino de Química, levando em consideração o tipo de código específico do Softwares Educacionais e Objetos de aprendizagem, a data das pesquisas realizadas, o sítio eletrônico de acesso e outras informações julgadas pertinentes para se fazer uma seleção pedagogicamente eficiente pelo professor (MACHADO, 2016).

Figura 2: Tabela de Informações sobre Software

Tabela 1: SE e OA analisados e disponíveis na internet.

SE/OA	Site	Gratuidade	Acesso
Titulando	www.200.144.189.54/tudo/busca.php?key=titulando%202004.%20um%20software%20para%20o%20ensino%20de%20quimica&midias=pru	Sim	2005
QuipTabela	www.baixaki.com.br/download/quipTabela.htm	Sim	2005/2008/2010
Avogadro	www.baixaki.com.br/download/avogadro.htm	Sim	2009/2010
Cidade do Átomo	www.iq.ufrgs.br/aeq/cidatom.htm	Sim	2000
Chemsketch	www.acdlabs.com/download/chemsketch	Sim	2008/2009
ACD	www.acdlabs.com/	Sim	2008
MAPLE	www.maplesoft.com/products/maple/	Não	2007
Kalzium/Linux	community.linuxmint.com/software/view/kalzium	Sim	2010
Crocodile chemistry	crocodile-chemistry-605-pt.software.informer.com/	Sim	2009
Artokit	artokit.soft112.com/	Sim	2008
Conquest	www.ccdc.cam.ac.uk/support/documentation/csd/release/csds_release_portable-3-02.html	Não	2005
Mercury	www.ccdc.cam.ac.uk/support/documentation/csd/release/csds_release_portable-3-02.html	Não	2005
PHET	www.baixaki.com.br/download/phet.htm	Sim	2010
Titration	alchemy.iq.usp.br/tunelando/	Sim	2010
Jmol	www.baixaki.com.br/download/jmol.htm	Sim	2010
Kalypso 3.00	sites.google.com/site/Kalypsosimulation	Sim	2010
Khi 3 3.2.7	www.baixaki.com.br/download/khi-3.htm	Sim	2010
Carbópolis	www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm	Sim	2010
Char Noblock	www.superdownloads.com.br/jogos-online/charnoblock-2.html	Sim	2010
Software Labvirt	www.labvirtq.fe.usp.br/indice.asp	Sim	2010
Efeito estufa	objetoseducao2.mec.gov.br/bitstream/handle/mec/4972/efeitoestufa.exe?sequence=1	Sim	2010
Virtual Chemistry Lab 2.0	www.tudodownloads.com.br/download/113/Virtual_Chemistry_Lab_2_0.html	Sim	2010
Banco de dados cristalográfico	www.ccdc.cam.ac.uk/support/documentation/csd/release/csds_release_portable-3-02.html	Não	2010

<http://rived.mec.gov.br/http://rived.mec.gov.br/>

Fonte: Machado (2016, p. 108).

No mesmo sentido, Batista e colaboradores (2016), realizam uma pesquisa utilizando-se do software ACD/chemsketch®, pertencente ao pacote ACD/Labs, mostrando as suas funções, avaliando o programa, apresentando seus aspectos funcionais e realizando uma comparação com outros softwares educacionais que objetivam exercer as mesmas ou funções semelhantes:

Figura 3: Tabela de Softwares Gratuitos de Desenhos Moleculares

SOFTWARE	DESCRIÇÃO	IDIOMA
ACD/ChemSketch®	Permite realizar desenhos químicos fornecendo suas propriedades moleculares, sua otimização e visualização 3D. Cria estruturas estereoquimicamente corretas dos nomes químicos, obtendo os nomes IUPAC precisos de estruturas. Estima espectro RMN, contém um grande banco de dados com estruturas químicas e materiais de laboratório	Inglês
Avogadro	Realiza modelagem molecular: edição de moléculas e montagem de suas ligações 3D	Português
Arguslab	Ferramenta de desenho que permite realizar modelagem molecular, podem obter o MEP, as energias dos orbitais de fronteira e o docking molecular	Inglês
Marvin 5.2.04	Ferramenta de construção de moléculas 2D e 3D em Java	Inglês
Chemdraw Ultra 12.0 Trial	Cria estruturas estereoquimicamente corretas dos nomes químicos, obtendo os nomes IUPAC precisos de estruturas. Estima espectro RMN a partir de uma estrutura chemdraw diretamente com o átomo de correlação espectral.	Inglês

Fonte: Batsita et. al. (2016, p.48).

Além do ACD/ChemSketch®, o autor traz em sua tabela os programas Avogadro, Arguslab, Marvin 5.2.04 e ChemDraw Ultra 12.0 Trial, onde todas têm em comum a possibilidade de realizar representações moleculares a partir de desenhos.

Ao listar esses softwares, o autor destaca que os programas podem ser utilizados como ferramentas de auxílio para a elaboração de relatórios, estudos, trabalhos e artigos científicos e, também, para estudos de modelagem molecular computacional (BATISTA et al., 2016).

Já Pessoa e colaboradores (2017) trazem uma tabela que classifica os softwares por tipo (jogo ou aplicativo) e dispositivo disponível (computador/notebooks ou celulares/tablets), além de informar o site ou plataforma de download, conforme na **tabela 2**:

Tabela 2: Tabela de Softwares de Pessoa e colaboradores

Nome do Software	Site de Download	Tipo de Software	Dispositivo
Periodic Table Explorer	https://www.baixaki.com.br/download/periodic-table-explorer.htm	Aplicativo	Computador/ Notebook
QuipTabela	https://www.baixaki.com.br/download/quiptabela.htm	Aplicativo	Computador/ Notebook
Avogadro	https://sourceforge.net/projects/avogadro/files/latest/download	Aplicativo	Computador/ Notebook
Cidade do Átomo	https://cienciaquimica-softwares.webnode.com.br/products/cidade-do-atomo/	Aplicativo	Computador/ Notebook
ChemSketch 12 .0	https://chemsketch.soft32.com.br/	Aplicativo	Computador/ Notebook
Xenubi	Google Play Store	Jogo	Tablet/celular
Kalzium/Linux	https://pkgs.org/download/kalzium	Aplicativo	Computador/ Notebook
Crocodile chemistry	https://www.doccity.com/pt/documentos/	Aplicativo	Computador/ Notebook
Atomas	Google Play Store	Jogo	Tablet/celular
Quiz Tabela Periódica	Google Play Store	Jogo	Tablet/celular
PhET	https://phet.colorado.edu/pt_BR/	Aplicativo	Computador/ Notebook

RasMol 2.7.5.2	https://www.softpedia.com/get/Others/Home-Education/RasMol.shtml	Aplicativo	Computador/ Notebook
Jmol	https://www.baixaki.com.br/download/jmol.htm	Aplicativo	Computador/ Notebook
Equação Balanceada – Balanço químico	Google Play Store	Aplicativo	Tablet/celular
Equação Carbópolis	http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm	Jogo	Computador/ Notebook
Char Noblock	https://www.baixaki.com.br/jogos-online/char-noblock-2.htm	Jogo	Computador/ Notebook
Software Labvirt	https://relia.org.br/labvirt-quimica/	Aplicativo	Computador/ Notebook
Software Labvirt	https://relia.org.br/labvirt-quimica/	Aplicativo	Computador/ Notebook
Virtual Chemistry Lab 2.0	https://www.baixaki.com.br/download/virtual-chemistry-lab.htm	Aplicativo	Computador/ Notebook
Moléculas	Google Play Store	Aplicativo	Tablet/celular
Chemsketch freeware – ferramenta de modelagem molecular	http://www.petquimica.ufc.br/software/s/chemsketch-freeware-ferramenta-para-desenho-molecular/	Aplicativo	Computador/ Notebook
Marvin 5.2.04	https://quimica-utfpr-pb.webnode.com.br/programas/	Aplicativo	Computador/ Notebook
ChemicPen 2.6	https://www.techtudo.com.br/tudo-sobre/cetramax-chemicpen.html	Aplicativo	Computador/ Notebook

Fonte: Pessoa et. al. (2017, p.7)

Os autores selecionaram esses softwares com o viés de fazer com que professores e alunos possam utilizar com uma maior acessibilidade, além de propor discussões que tornam as aulas de químicas muito mais produtivas (PESSOA et al., 2017). Sendo assim, apontam que além de beneficiar os alunos, essas ferramentas são classificadas pelos autores como poderosas ao auxiliar os professores no ensino de ciências (PESSOA et al., 2017).

Outro trabalho publicado nesse contexto, por Calheiros (2020), traz uma revisão da literatura sobre o uso de Softwares no Ensino de Química. Como resultado dessa pesquisa, o autor traz uma listagem de aplicativos e comenta

sobre as características de cada um deles. Inicialmente, o autor apresenta o PhET, que segundo ele possui a capacidade de alcançar muitos estudantes de baixa renda por ser uma plataforma gratuita e que pode ser utilizada em computadores, celulares e tablets (CALHEIROS, 2020). O segundo software que o autor apresenta é o Google Classroom, que segundo o autor

Tem funcionamento parecido com o PhET, mas tem uma contribuição maior como sala virtual. Tendo em vista todo o significado da sala física, a virtual se torna um complemento que serve para auxiliar o aluno em um ambiente extraclasse, como por exemplo com a promoção de aulas de revisão e plantões de dúvidas (CALHEIROS, 2020, p.19).

Outra aplicação que é destacada por Calheiros (2020), é o BLENDER3D, uma plataforma virtual que possibilita o desenvolvimento de conteúdos de química na simulação de um laboratório virtual e o trabalho com geometria molecular, tornando-se uma ferramenta interessante para profissionais e educadores na área (CALHEIROS, 2020). Por fim, o autor traz o Carbópolis como uma plataforma que tem como foco melhorar a conscientização, e provocar uma visão crítica para os alunos, logo assim, desenvolvendo uma simulação onde o aluno tem o objetivo de avaliar um problema ambiental (CALHEIROS, 2020).

3.1 Tabela de Softwares

Ao olhar para os trabalhos mencionados anteriormente, é importante ressaltar que cada autor traz uma análise diferente dos softwares estudados, e o presente trabalho busca criar uma tabela que unifique essas análises com o objetivo de produzir um documento que facilite e viabilize o acesso a essas produções.

Ao construir uma tabela que unifique os softwares que foram mencionados na seção anterior, é notável a existência de programas que são citados mais de uma vez por autores diferentes. A partir disso, destaco na tabela abaixo (**Tabela 3**) quantas vezes o software foi mencionado, uma vez que é importante compreender o motivo dessas citações e estudar melhor suas potencialidades.

Além disso, foi identificado que muitos programas já são antigos, tornando-se preciso mapear se ainda estão disponíveis na rede, para que seja criada uma tabela de softwares atualizada.

Sendo assim, a primeira tabela apresenta cada um dos softwares mencionados bem como a quantidade de vezes mencionados, o ano de lançamento e os sistemas operacionais em que estão disponíveis.

Tabela 3: Tabela de Apresentação dos Softwares.

Software	Vezes mencionados	Ano lançamento	Sistema operacional
Acd/chemsketch	6	1999	Windows
Chemdraw	2	1985	Mac & Windows
Avogadro	2	2010	Mac, Windows & Linux
Carbópolis	2	1999	Windows & Linux
Phet	1	2002	Todos os sistemas (site)
4m:chem	1	1994	Não encontrado
Vischem	1	1996	Todos os sistemas (site)
Chemmat	1	1997	Não encontrado
Chemviz	1	1998	Mac & Windows
Smv: chem	1	2000	Não encontrado
Echem	1	2001	Não encontrado
Chemsense	1	2002	Windows
Chemdiscovery	1	2002	Não encontrado

Chemnet	1	2003	Todos os sistemas (site)
Connected chemistry	1	2003	Todos os sistemas (site)
Chemical chenge	1	Não encontrado	Não encontrado
Molecular workbench	1	Não encontrado	Todos os sistemas (site)
Constructor	1	2005	Não encontrado
Powerpoint	1	1990	Windows
Chemlab	1	2000	Fora do ar
Rasmol	1	1990	Mac & Windows
Quimap	1	2012	Mac & Windows
Titulando	1	2005	Não encontrado
Quiptabela	1	2005	Windows
Cidade do átomo	1	2005	Windows & Linux
Kalzium	1	Não encontrado	Linux
Crocodile chemistry	1	Não encontrado	Mac & Windows
Artoolkit	1	2007	Mac, Windows & Linux
Conques	1	Não encontrado	Não encontrado
Mercury	1	Não encontrado	Mac, Windows & Linux
Titration	1	2010 ^a	Android
Jmol	1	Não encontrado	Mac, Windows & Linux
Kalypso 3000	1	Não encontrado	Não encontrado
Char noblock	1	Não encontrado	Não encontrado
Labvirt	1	Não encontrado	Todos os sistemas (site)
Efeito estufa	1	Não encontrado	Não encontrado
Virtual chemistry lab 2.0	1	Não encontrado	Mac & Windows
Banco de dados cristalográfico	1	Não encontrado	Não encontrado
Arguslab	1	Não encontrado	Windows & iOS
Marvin 5.204	1	Não encontrado	Não encontrado
Google classroom	1	2014	Todos os sistemas (site)
Blender3d	1	2002	Mac, Windows & Linux

Fonte: Própria

Ao analisar essa tabela, fica explícito que os softwares mais mencionados na literatura são ACD/CHEMSKETCH (ou CHEMSKETCH/ACD), com um total de 6 citações na revisão da literatura. Os outros mais citados são ChemDraw, Avogadro e Carbópolis, com duas citações cada um. Ao olhar para os softwares

mais citados, procura-se entender o motivo pelo qual eles se encontram nessas posições.

Além disso, foi observado que 8 desses programas foram lançados antes dos anos 2000, existindo a possibilidade de não estarem mais disponíveis ou em desuso, uma vez que um programa com data de lançamento na década de 90, pode se tornar de difícil acesso ou com aplicações obsoletas. Por outro lado, identifica-se que dentre os softwares mais citados, três têm data de lançamento em anos anteriores a 2000, mostrando que existe possibilidade de atualizações nos sistemas e aperfeiçoamento dos programas. Ademais, observa-se que não foram encontradas as datas de lançamento de 15 softwares.

Complementando a **Tabela 3**, a próxima tabela (**Tabela 4**) foi elaborada em relação aos dispositivos que esses softwares são compatíveis e a disponibilização dos links de acesso aos sites de download ou sites onde esses softwares funcionam de forma online.

Tabela 4: Tabela de Software com Dispositivo e o Link para Download

Software	Dispositivos	Link para Download
Acd/chemsketch	Computador	https://www.acdlabs.com/resources/freeware/chemsketch/index.php
Chemdraw	Computador	https://chemdraw-pro.software.informer.com/Download-gr%C3%A1tis/
Avogadro	Computador	https://avogadro.cc/
Carbópolis	Computador	http://www.iq.ufrgs.br/aeq/carbop.htm
Phet	Computador	https://phet.colorado.edu/pt_BR/simulations/filter?subjects=chemistry&type=html_prototype
4m:chem	Celular & computador	Não encontrado
Vischem	Celular & computador	http://vischem.com.au/
Chemmat	Não encontrado	Não encontrado
Chemviz	Computador	https://apps.cytoscape.org/apps/chemviz2
Smv: chem	Não encontrado	Não encontrado

Echem	Não encontrado	Não encontrado
Chemsense	Computador	https://chemsense-animator.software.informer.com/3.0/
Chemdiscovery	Não encontrado	Não encontrado
Chemnet	Celular & computador	https://www.chemnet.com/
Connectedchem	Computador	https://www.connchem.org/
Chemical chenge	Não encontrado	Não encontrado
Molecular workbench	Computador	http://mw.concord.org/modeler/download.html
Constructor	Não encontrado	Não encontrado
Powerpoint	Celular & computador	https://chrome.google.com/webstore/detail/powerpoint-online/mdafamggmaaaginoondinjkgcbpnhp?hl=pt-BR
Chemlab	Não encontrado	Não encontrado
Rasmol	Computador	http://www.openrasmol.org/
Quimap	Computador	http://clickquimica.com.br/?pagina=software&id=3
Titulando	Não encontrado	Não encontrado
Quiptabela	Computador	https://quiptabela.softonic.com.br/
Cidade do átomo	Computador	http://www.iq.ufrgs.br/aeq/cidatom.htm
Kalzium	Computador	https://apps.kde.org/pt-br/kalzium/
Crocodile chemistry	Computador	https://crocodile-chemistry.software.informer.com/6.0/
Artoolkit	Computador	http://www.hitl.washington.edu/artoolkit/download/
Conques	Não encontrado	Não encontrado

Mercury	Computador	https://www.ccdc.cam.ac.uk/community/csd-community/freemercury/
Titration	Celular	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.color.Titration_ColorCam&hl=pt_BR&gl=US
Jmol	Computador	http://jmol.sourceforge.net/
Kalypso 3000	Não Encontrado	Não encontrado
Char noblock	Não Encontrado	Não Encontrado
Labvirt	Celular & computador	http://www.labvirt.fe.usp.br/
Efeito estufa	Não Encontrado	Não Encontrado
Virtual chemistry lab 2.0	Computador	https://virtual-chemistry-lab.software.informer.com/2.0/
Banco de dados cristalográfico	Não Encontrado	Não Encontrado
Arguslab	Celular & computador	http://www.arguslab.com/arguslab.com/ArgusLab.html
Marvin 5.204	Não Encontrado	Não Encontrado
Google classroom	Celular & computador	https://play.google.com/store/apps/details?id=com.google.android.apps.classroom&hl=pt_BR&gl=US
Blender3d	Computador	https://www.blender.org/download/

Fonte: Própria

A construção dessa tabela (**tabela 4**) se fez importante para identificar softwares que não são mais encontrados em sites de pesquisa, ou seja, 15 programas estão indisponíveis para download, mostrando mais uma vez a volatilidade dos softwares na rede, no qual podem ser retirados do ar a qualquer momento. Identificar os dispositivos que esses programas estão disponíveis se faz importante para mostrar que grande parte dos softwares estão em formatos de aplicações para celulares, uma vez que esse tipo de dispositivo vem sendo utilizados cada vez mais pela população. Diferente de épocas passadas, hoje

em dia, segundo o IBGE (2019), dentre as pessoas que acessam a internet no Brasil, 98% delas utilizam o celular para essa finalidade (IBGE, 2019), ou seja, isso mostra como o aparelho celular está cada vez mais presente no cotidiano do brasileiro. Dentre os vários dispositivos móveis disponíveis, os telefones celulares são os mais populares entre discentes e docentes por serem compactos e portáteis (TELES, 2019). A disseminação do uso de dispositivos móveis com conexão sem fio e interface sensível ao toque impulsionou o desenvolvimento de aplicativos voltados para fins pedagógicos, os quais apresentam grande capacidade para modificar o processo de ensino e aprendizagem (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Ao olhar para essas duas tabelas, em geral, destaco a importância em criar sessões para discutir os softwares mais mencionados, afim de poder realizar um estudo das suas potencialidades no Ensino de Química. São os softwares mais mencionados: Acd/chemsketch (6 menções), Chemdrawm Avogadro e Carbópolis (cada um deles com 2 menções).

3.1.1 Acd/Chemsketch®

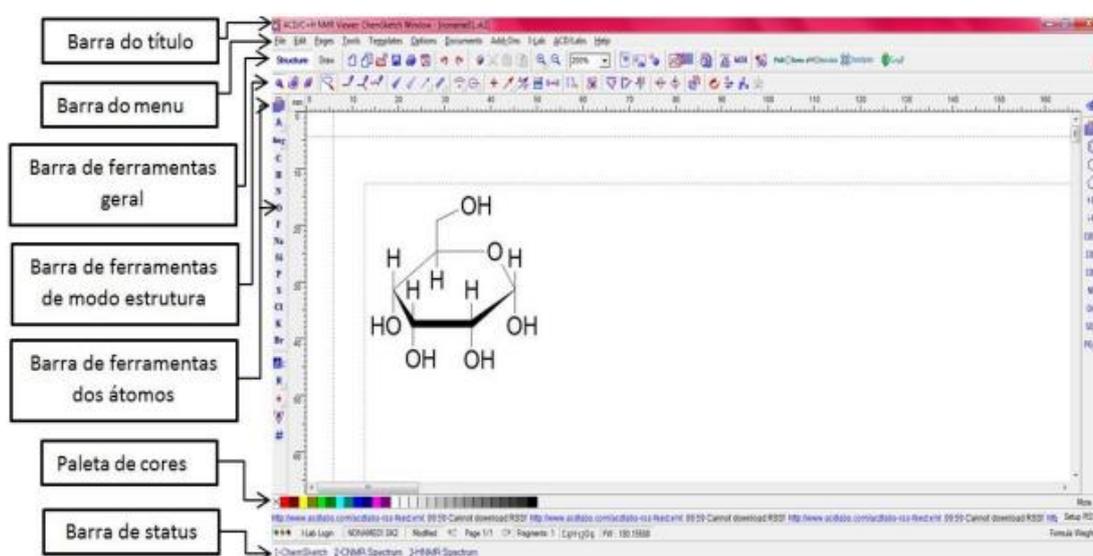
Dentre os diversos softwares educacionais disponibilizados para o ensino e aprendizado em Química, encontra-se o software americano ACD/ChemSketch®, pertencente ao pacote ACD/Labs (BATISTA et al., 2016). Uma grande vantagem na utilização desse programa é em relação à gratuidade da ferramenta, sendo acessível para o uso na escola, como destaca Batista (2016 apud FLORES, 2016, p.2): “Este é um programa gratuito que pode ser utilizado livremente no ambiente escolar, contendo interface compatível com a maioria dos editores de texto e com a Internet”.

Nesse Software é possível reproduzir estruturas químicas, incluindo compostos orgânicos, organometálicos e polímeros; realizar cálculos essenciais, obtendo assim, as propriedades básicas da molécula (GONÇALVEZ et al., 2014). Além dessas funções, o software se destaca como um programa bem robusto que permite calcular a valência de cada átomo restringindo a construção da molécula de acordo com a regra do octeto, a não ser que este seja programado a não fazer esta limitação (RAUPP et al., 2008). Funções essenciais

também se destacam pela interface e comandos simples, como a visualização bidimensional e tridimensional das estruturas moleculares, representação de arranjos atômicos e processos relacionados a fenômenos químicos, também em mecanismos de reações, proporcionando uma compreensão da disposição espacial das moléculas, além de trabalhar a movimentação destas no espaço para visualização de diagramas esquemáticos como equipamentos utilizados em laboratórios de Química (BATISTA et al., 2016).

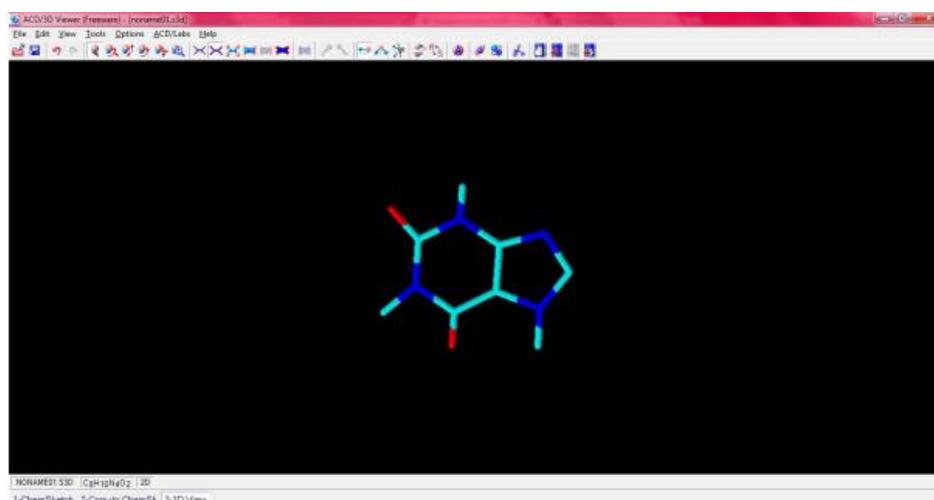
A fim de exemplificar o uso desse software, Batista e colaboradores (2016), trazem imagens de algumas funções do ACD/ChemSketch®:

Figura 4: Interface principal do ACD mostrando algumas de suas ferramentas e opções.



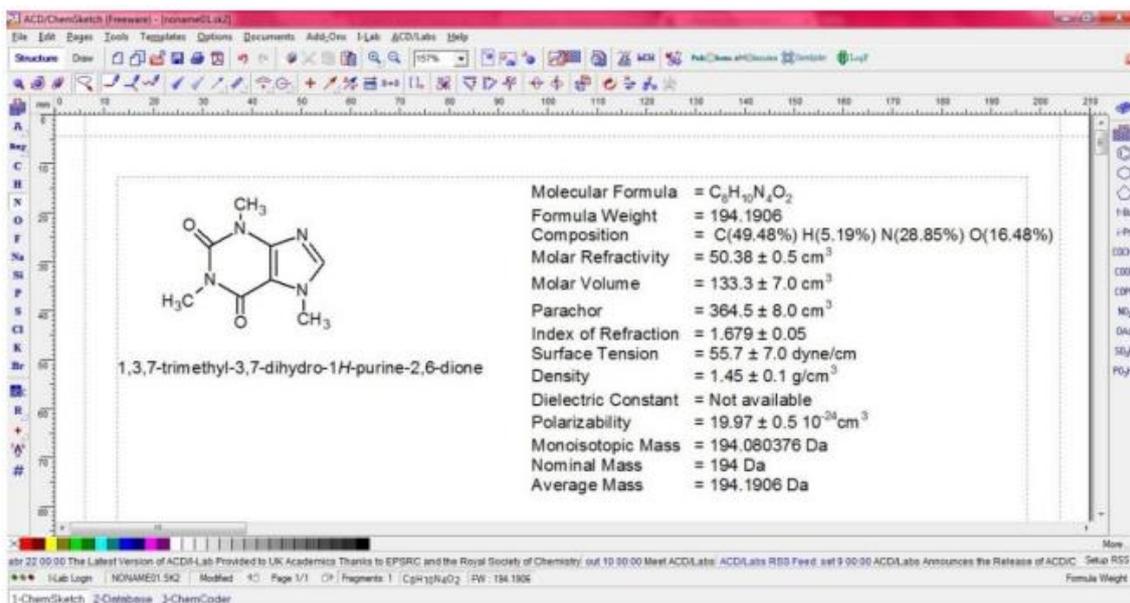
Fonte: Batista et. al., 2016, p. 5

Figura 5: Visualização 3D da molécula.



Fonte: Batista et. al., 2016, p. 5

Figura 6: Interface da área de desenho do programa que apresenta informações das propriedades moleculares dos elementos.



Fonte: Batista et. al., 2016, p. 6

Figura 7: Interface da tabela periódica do programa que apresenta informações sobre propriedades físico-químicas dos elementos e dados de NMR.

The screenshot shows the periodic table interface with the element Carbon selected. A pop-up window displays the following information for Carbon:

- Element: Carbon (C), Atomic Number: 6
- Mass: 12.0107
- Valence: 4
- Electron configuration: 2-4

Below the periodic table, there is a table of NMR data for Carbon:

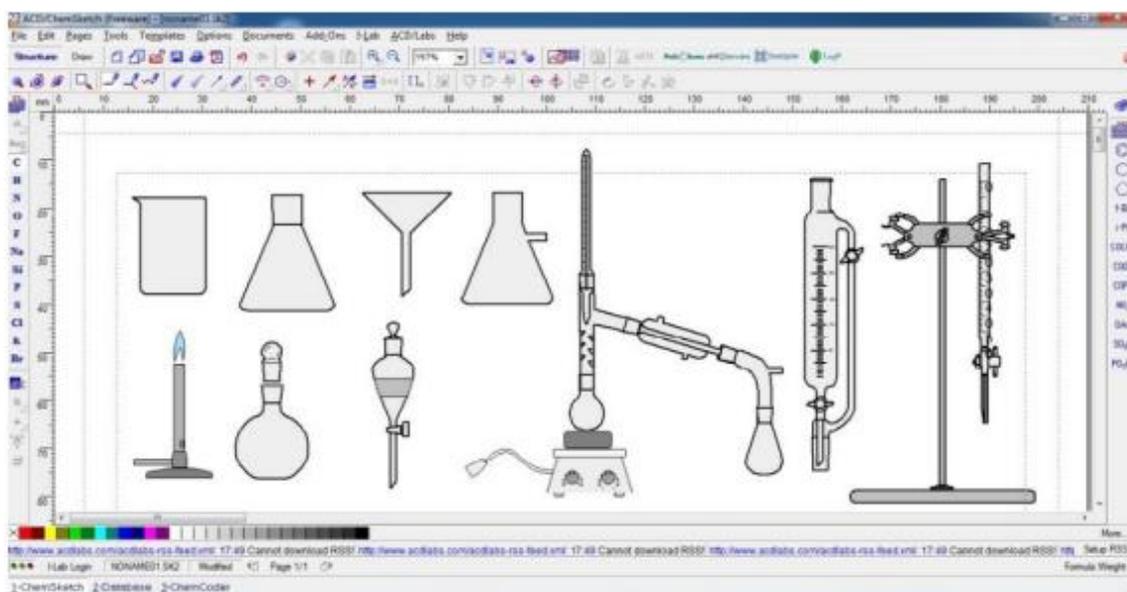
Isotope	Spin	%	Magn. Moment	Magn. Ratio	Q	Frequency	Receptivity
13	1/2	1.07	1.216613000	6.728284	0	25.14502	$1.70 \cdot 10^{-4}$

Arrows in the image point from the text labels to the corresponding parts of the interface:

- "Imagem do elemento selecionado na tabela" points to the image of carbon powder.
- "Dados NMR do elemento" points to the NMR data table.

Fonte: Batista et. al., 2016, p. 7

Figura 8: Algumas vidrarias presentes no software ChemSketch®.



Fonte: Batista et. al., 2016, p. 8

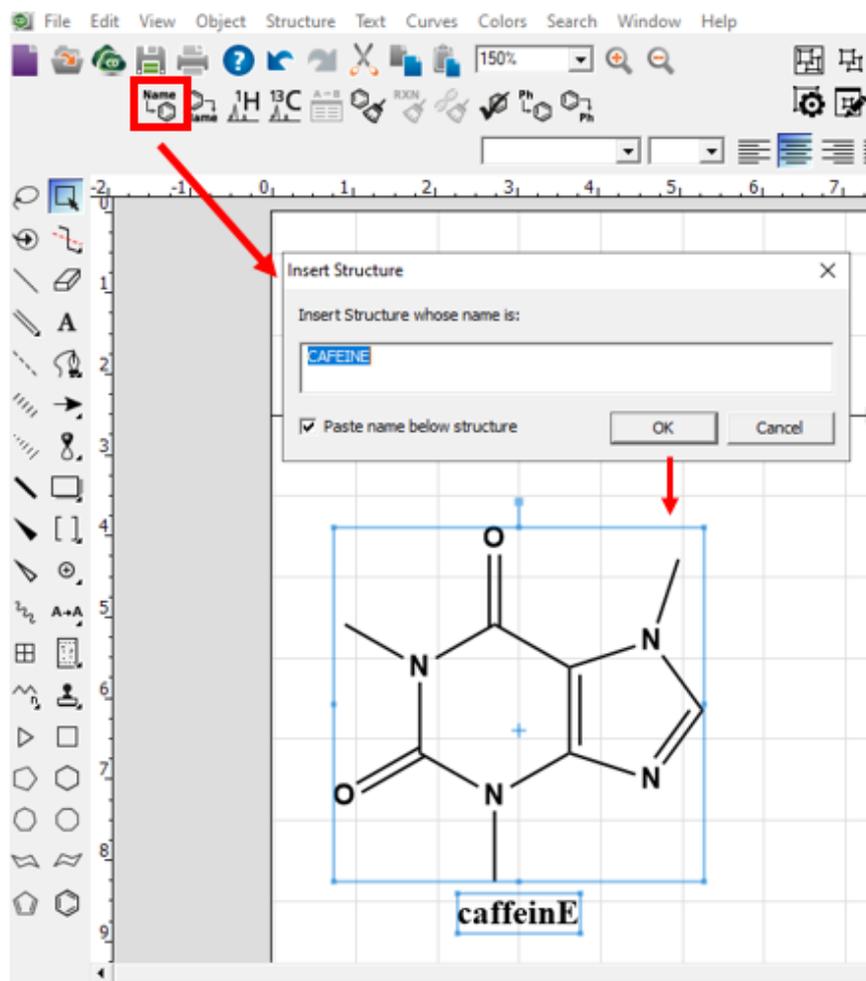
Dessa forma, o ACD/ChemSketch® tem diversas maneiras de contribuir com o aprendizado do aluno, pois além de ter uma interface dinâmica, o software abre diversas possibilidades para o usuário, desde a utilização de uma tabela periódica interativa, passando por desenhos representativos de estruturas químicas, e até representações de equipamentos de laboratório, criando uma espécie de facilidade visual para o usuário.

3.1.2 ChemDraw

ChemDraw é um software especializado de desenho químico desenvolvido pela CambridgeSoft. Esse programa é capaz de criar estruturas estereoquimicamente corretas dos nomes químicos, obtendo os nomes IUPAC precisos de estruturas. Estima espectro RMN a partir de uma estrutura ChemDraw diretamente com o átomo de correlação espectral (BATISTA et al., 2016). O ChemDraw como uma ferramenta de desenho tradicional no ramo da química, apresenta diversas funções que se estendem além do ensino básico, sendo muito utilizado em universidades e centros de pesquisas. Ao mencionar esse programa como uma possibilidade para o Ensino de Química na educação básica, acredito que ele pode contribuir para a visualização de moléculas, pois o

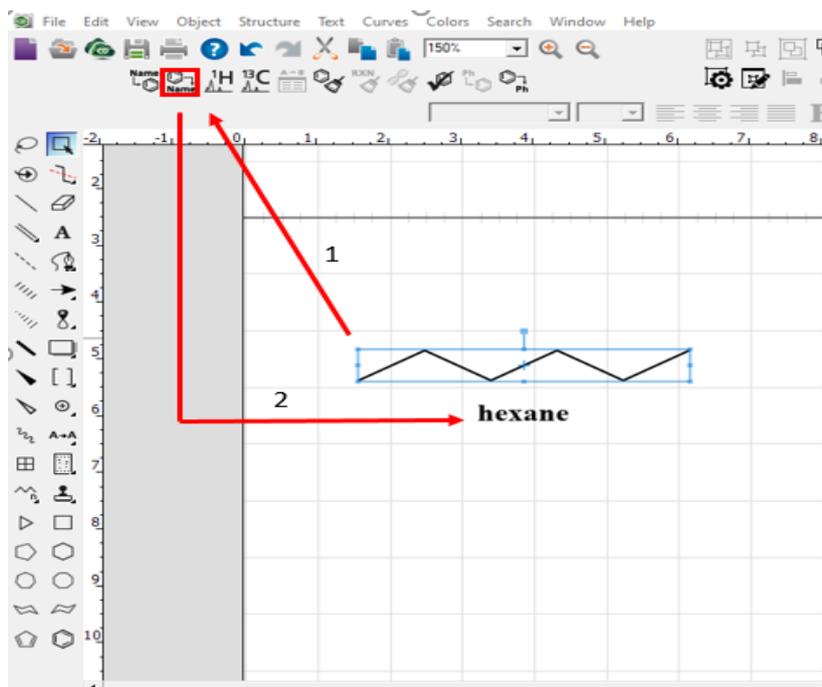
programa permite desenhar estruturas químicas, converter o nome da molécula em estrutura química bem como converter a estrutura em nome (**Figura 9 e Figura 10**).

Figura 9: Conversão de Nome em Estrutura



Fonte: Fonte própria

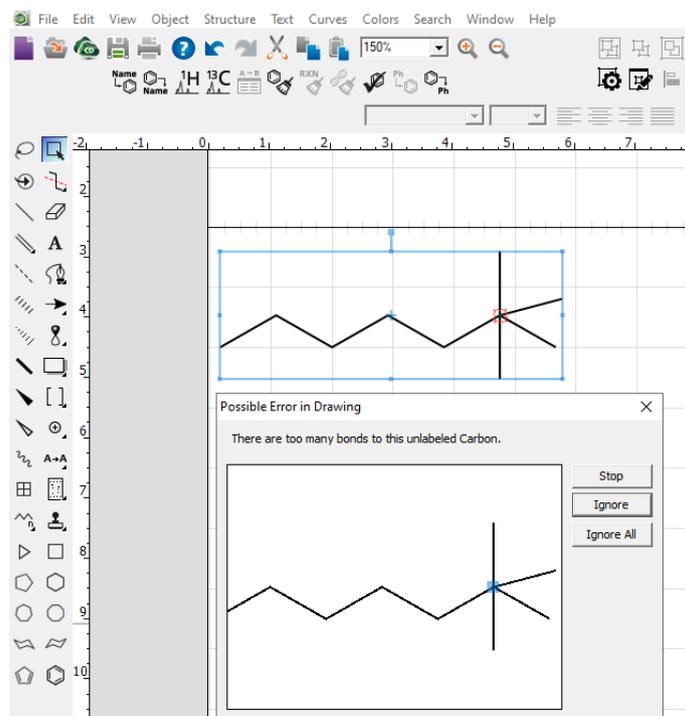
Figura 10: Conversão de estrutura em nome



Fonte: Fonte própria

Além disso, é possível criar um *checkup* na estrutura desenhada para apontar possíveis erros como mostra a imagem abaixo (**Figura 11**).

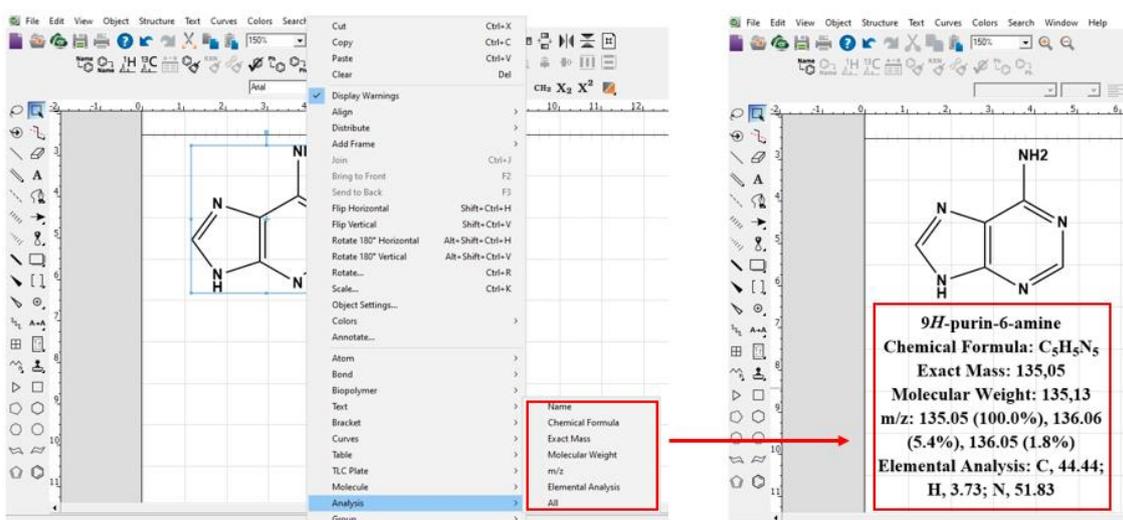
Figura 11: Checagem de estrutura química



Fonte: Fonte própria

Nesse programa também é possível obter diversos *templates* que auxiliam na exibição de enzimas, aminoácidos, moléculas com uma grande estrutura orgânica, materiais de laboratório, grupos funcionais, carboidratos, estereocentros etc. O programa também conta com uma ferramenta de análises (**Figura 12**), com a qual é possível obter informações como o nome, fórmula molecular, massa exata, peso molecular, relação massa/carga (m/z) e análise elementar.

Figura 12: Análises possíveis pelo ChemDraw



Fonte: Fonte própria

Quando tratamos sobre a acessibilidade desses softwares, nos deparamos com dois problemas: O programa não é gratuito, de valor bem elevado e seu idioma é o inglês, esses podendo ser dificultadores do seu acesso nas escolas.

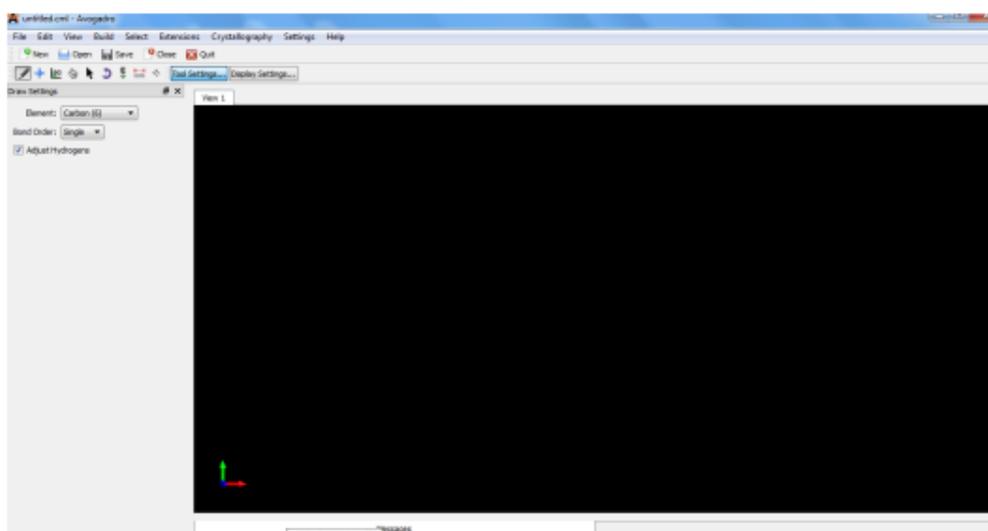
3.1.3 Avogadro

O Avogadro é uma avançada ferramenta de visualização e edição molecular gratuita e de código aberto projetado para uso entre plataformas em química computacional, modelagem molecular, bioinformática, ciência de materiais e áreas relacionadas (BATISTA et al., 2018). Dentre suas ferramentas, se destacam a possibilidade de:

Multiplataforma: construtor / editor molecular; Manipular estruturas 3D; Fácil de instalar e edição gratuita; Internacional: Traduções para chinês, francês, alemão, italiano, russo, espanhol entre outras línguas; Intuitivo: construído para trabalhar com facilidade tanto para estudantes avançados quanto para pesquisadores; Determina diversas propriedades dos compostos desenhados, tais como: cálculo de energia e massa molecular; Flexível: Os recursos incluem a importação aberta de arquivos químicos do Babel, a geração de entrada para vários pacotes de química computacional, cristalografia e biomoléculas (BATISTA et al., 2018, p.4).

Com propósito de ilustrar o respectivo software, Batista e colaboradores (2018) trazem imagens referente ao software e seu uso. Inicialmente, os autores apresentam a interface do Avogadro (**Figura 13**):

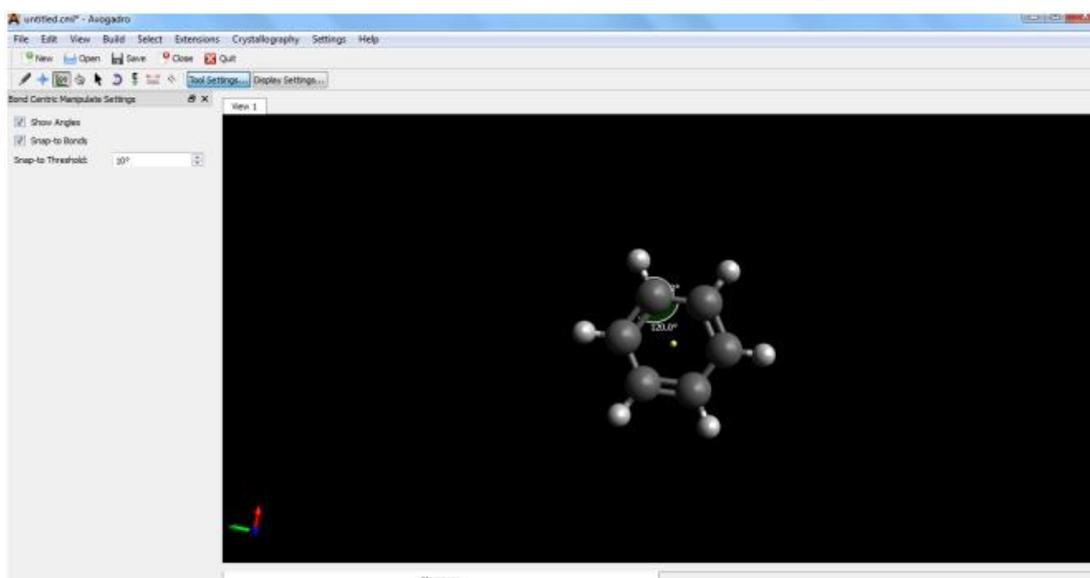
Figura 13: Interface principal do Avogadro



Fonte: Batista et al., 2018, p. 4

O programa Avogadro permite a visualização de estruturas em 3D. Santos e colaboradores (2010) citam a importância desse tipo de interação para compreensão do aluno, pois é uma alternativa que permite que o professor faça a interação com os alunos, mostrando os tipos de ligação e geometria das moléculas, o que é complicado quando se usa apenas o livro didático e figuras em duas dimensões (SANTOS et al., 2010). Nesse sentido, Batista e colaboradores (2018) trazem uma imagem que mostra a possibilidade da visualização das estruturas em 3D (**figura 14**):

Figura 14: Visualização em 3D do software Avogadro



Fonte: Batista et al., 2018, p. 5

Snyder (2021), ainda destaca a importância desse software para inclusão de alunos surdos:

Para alunos surdos, assim como outros, programas de modelagem tridimensional como o Avogadro melhoram muito no simbolismo molecular tradicional de bola e vareta modelos, esboços bidimensionais de livros didáticos. Essas representações tradicionais não capturam características tridimensionais essenciais que são importantes para previsão de interações. (SNEYDER et al., 2021, p.1337).

O software ainda conta com ferramentas como geometria molecular, identificação dos ângulos de ligação, torção dos ângulos, hibridações, cálculo de energia e massa molecular, arranjo cristalino em aglomerados moleculares entre outros (Batista et al., 2018).

3.1.4 Carbópolis

Carbópolis foi desenvolvido pela área de Educação Química do Instituto de Química da UFRGS em parceria com o Programa Especial de Treinamento do Instituto de Informática da UFRGS (EICHLER, 2000). O principal objetivo desse programa é procriar um espaço para o debate de uma das questões relacionadas à poluição ambiental (EICHLER, 2000). Esse software foi desenvolvido para desempenhar o papel de ser gerador e desencadeador das

estratégias de ensino os meios de produção de energia elétrica, como, hidroelétrica, termonuclear, termelétrica, geotérmica, solar e eólica (EICHLER, 1998). A partir do tema central do programa, segundo Eichler (1998), o usuário deverá:

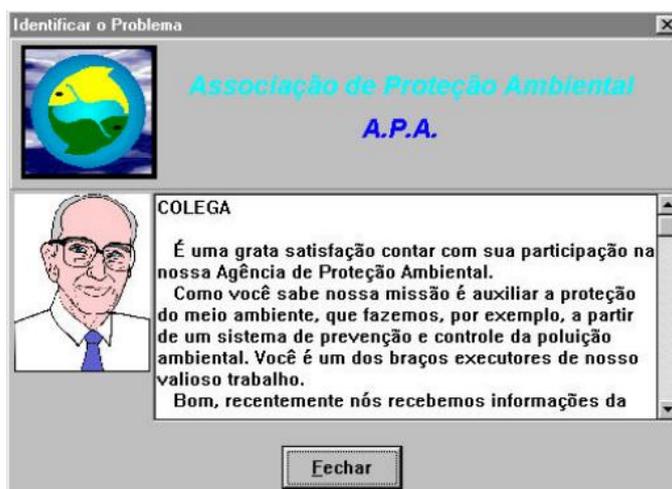
Identificar as suas causas e as consequências; Propor possíveis soluções; Decidir sobre os procedimentos de emergência a serem tomados, a partir do estudo das legislações pertinentes; Estudar e analisar casos que permitam tomar providências no sentido de evitar possíveis impactos; E escolher o meio de produção de energia a ser ampliado em função do aumento da demanda no consumo (EICHLER, 1998, p.1).

O autor ainda destaca que este tema gerador, e suas simulações, permite abordar uma diversidade de assuntos, entre eles:

Poluição, através dos meios dispersantes água, ar e solos, e em manifestações particulares, como a poluição dos grandes centros urbanos e/ou industriais; Produção, disposição e reciclagem de lixo urbano e rejeitos industriais; Uso de adubos e defensivos agrícolas e seus efeitos na agricultura e no ambiente; Mineração e processos de manufatura de artefatos metálicos; Extração e refino de petróleo; E riscos decorrentes de acidentes industriais (EICHLER, 1998, p.1).

Esse software se difere dos outros mencionados em sessões anteriores, pois ele não tem como tema central o desenho e análises de estruturas químicas. Ele é um jogo, que parte de situações reais possíveis de serem relacionadas ao cotidiano dos alunos, e é interagindo com o mundo cotidiano que os alunos desenvolvem seus primeiros conhecimentos químicos (CARDOSO, 1999). Sendo assim, o jogo inicia com a apresentação da situação problema ao usuário (**Figura 15**).

Figura 15: Tela de apresentação da situação problema de Carbópolis



Fonte: Eichler, 1998, p. 2.

Após a apresentação, o jogo é direcionado ao mapa (**Figura 16**), onde o usuário deverá resolver problemas relacionados aos impactos ambientais causados pela queima de combustível de uma usina termoeletrica.

A queima do carvão libera o dióxido de enxofre (SO_2) na atmosfera, que reage com a água da chuva, causando a precipitação com caráter mais ácido do que a da chuva em regiões não poluídas. Este caráter ácido da chuva causa danos as plantações de soja e a criação de gado da região (EICHLER, 1998, p. 2).

Figura 16: Mapa de Carbópolis



Fonte: Eichler, 1998, p. 3.

O Carbópolis parece uma boa alternativa para o aprendizado de química, em que se utiliza de uma situação para resoluções de problemas que envolvem a química, porém é possível notar que, como outros programas apresentados na **Tabela 3**, são softwares antigos e com uma interface não tão moderna.

4. SOFTWARES NA ATUALIDADE

Olhando para o que foi discutido até o presente momento do trabalho, é possível destacar um ponto de discussão comum em várias partes do texto, que relaciona a “idade” dos Softwares apresentados. Ao olhar para os Softwares com maior número de citação o Acd/chemsketch, Chemdraw, Avogadro e Carbópolis, as datas de lançamento desses programas são 1999, 1985, 2010 e 1999 respectivamente. Ao realizar uma pesquisa referente às atualizações desses softwares, foi verificado que para o Acd/chemsketch existe uma versão com atualização em 2021, para o Chemdraw existe uma atualização em 2011 com possibilidades de instalação de extensões mais recentes, a última atualização do Avogadro foi realizada no ano de 2020. Já o Carbópolis não apresenta atualizações recentes, o que gerou um problema no momento da instalação dele, acredito que por ser um aplicativo com programação mais antiga acaba afetando a compatibilidade com o Windows 10.

Apesar das atualizações de determinados Softwares, alguns deles podem se limitar a certas configurações e por isso pode dificultar o acesso de alguns usuários. Na atualidade, se torna mais comum a utilização de aplicativos de celulares do que programas restritos ao uso de computador. Segundo Gaião e colaboradores (2010), muitos alunos que estão na escola e/ou na universidade conhecem e utilizam as tecnologias móveis, possivelmente por fazerem parte da geração de nativos digitais.

Olhando para a importância da utilização de aplicativos como meios mais atuais de acesso à softwares para o Ensino de Química, a partir das tabelas apresentadas nas revisões bibliográficas, criou-se uma tabela (**tabela 5**) que reorganiza apenas os aplicativos para celulares mencionados:

Tabela 5: Aplicativos para celulares

Aplicativos para Celulares	Disponível em:
Xenubi	Google Play Store
Atomas	Google Play Store
Quiz Tabela Periódica	Google Play Store
Equação Balanceada	Google Play Store

Moléculas	Google Play Store
Vischem	http://vischem.com.au/
Powerpoint	Google Play Store
Labvirt	http://www.labvirt.fe.usp.br/
Arguslab	http://www.arguslab.com/arguslab.com
Google classroom	Google Play Store

O Xenubi permite ao usuário exercitar seu conhecimento quanto a relação das propriedades de um elemento químico e sua posição na tabela periódica; Átomos é um jogo de quebra cabeça, lá o usuário aprende sobre energia atômica, fusão atômica e a obtenção de elementos químicos; O Quiz Tabela Periódica, permite, ao usuário, o estudo dos símbolos de elementos químicos, seus grupos, períodos e propriedades atômicas; Equação Balanceada, auxilia nos estudos de equilíbrio químico, descrevendo reações químicas balanceadas, nomeando moléculas e entregando cálculos químicos; Molécula é um aplicativo em que o usuário poderá ver representações de estruturas moleculares em 3D; VisChem é um projeto de pesquisa e desenvolvimento para estudar a eficácia da visualização em nível molecular, produzir animações de estruturas e processos químicos; PowerPoint é um software conhecido mundialmente por permitir a criação de apresentações personalizáveis, para o Ensino de Química é possível fazer a utilização do aplicativo para trazer vídeos e/ou imagens (em forma de apresentação) com representações de estruturas químicas, propriedades periódicas entre outras; O LabVirt é um site que busca aprimorar o aprendizado através do desenvolvimento de uma comunidade envolvendo escolas e universidades na produção e intercâmbio de conhecimentos e na construção de uma educação científica mais contextualizada; Arguslab é um aplicativo disponível para iPad e é um programa de modelagem molecular; O Google Classroom é um Software que abrange todas as disciplinas escolares, pois facilita a interação entre os alunos e os professores por ser uma sala de aula virtual.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao analisar as publicações que envolvem o tema de Softwares para o Ensino de Química é notável que o assunto vem sendo discutido por diversos pesquisadores da área desde a década de 90, anos depois da chegada da internet no Brasil. Ao nos deparar com o vasto número de softwares e aplicativos apresentados no presente trabalho, é possível perceber uma evolução nessas ferramentas de estudo, que passam desde softwares antigos e mais simples, até os mais modernos e com mais aplicações.

Nas tabelas apresentadas, percebe-se que existem muitos softwares citados anteriormente que não foram encontrados, atribuo isso ao fato de muitos desses programas serem antigos e/ou obsoletos que já foram removidos da rede.

Fica evidente que os trabalhos publicados, bem como toda a área do Ensino de Química converge sobre a importância das formas de representação do conhecimento químico, que envolve o nível macroscópico, o nível microscópico e o simbólico, esse último é onde entra a maior contribuição dos softwares.

Diante das possibilidades de representação das formas abstratas é que o emprego dos softwares computacionais voltados ao ensino da Química se destaca, justamente por propiciar a visualização do abstrato, por permitir resultados imediatos, por oferecer recursos visuais atraentes (por exemplo, de cor) e, por fim, pela significativa margem de interação que eles oferecem (PAULETTI, 2014, p.123).

Quando analisados os softwares mais citados nos trabalhos que foram apresentados, nos deparamos com quatro poderosos programas, sendo três deles aplicativos mais voltados ao desenho de estruturas químicas, que podem ser utilizados tanto no Ensino de Química da educação básica, como em cursos de graduação.

Ao voltar o olhar para os aplicativos de celulares, olhamos para o presente e futuro de ferramentas que podem contribuir para o Ensino de Química, onde cada vez mais os jovens estudantes já vem fazendo o uso destes como ferramentas que podem auxiliar no aprendizado de diversos conteúdos.

6. REFERÊNCIAS

BATISTA, Gerliane da Costa; et. al. Softwares para o Ensino de Química: Chemscketch® um poderoso recurso didático. **Redin**, n. 1, v. 5, 2016.

BATISTA, Gerliane da Costa; et. al. **Avogadro no Ensino de Química: Um avançado editor molecular de visualização de um grande potencial pedagógico**. Seminário Internacional de Educação, Tecnologia e Sociedade, 23. 2018, p. 01-10.

BONA, Berenice de Oliveira. Análise de softwares educativos para o ensino de matemática nos anos iniciais do ensino fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, p. 35-55, v. 4, 2009.

CALHEIROS, Lucas Fernandes Santana. **Revisão da Literatura sobre o uso de Softwares no Ensino de Química** / LucasFernandes Santana Calheiros. – 2021.

CARDOSO, Sheila Pressentin. Explorando a Motivação para Estudar Química. **Química Nova**, n. 23, p. 401-404, 2000.

CONRADO, P. **Plan de Formación TIC para el Departamento Docente de Ciencia, Tecnología y Salud de la FAREMCarazo, UNANManagua**. Jinotepe: **Universitaria**, 2015.

DA SILVA, Vinicius Gomes. **A importância da Experimentação no Ensino de Química e Ciências**/ Vinicius Gomes da Silba. – 2016.

EICHLER, Marcelo L; DEL PINO, Claudio. **Carbópolis: Meio ambiente, resolução de problemas e software educacional**. Congresso RIBIE, 4. 1998, Brasília.

EICHLER, Marcelo L; DEL PINO, Claudio. Carbópolis: Um Software para Educação Química. **Química Nova**, n. 11, p. 114 – 117, 2000.

FLICK, Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução Joice Elias Costa. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FROZZA, E.; PASTORIZAI, B. S. “A Química é uma área experimental!”: discursos sobre a experimentação em um curso. **Ciência e Natura**, v. 43, e5, p. 1-26, 2021.

GAIÃO, Otávio Torreão Vasconcelos; JACON, Liliane da Silva Coelho; OLIVEIRA, Ana Carolina Garcia de; MELLO, Irene Cristina de. A mediação de diálogos com heterogeneidade de linguagens entre Formadores de Professores e o processo de construção de um aplicativo móvel para o Ensino de Química. **Revista Internacional de Aprendizaje em Ciencia, Matemáticas y Tecnología**, n 1, p. 1-11, 2016.

GIORDAN, Marcelo; GOIS, Jackson. **Entornos Virtuales de Aprendizaje en Química: Una revisión de la literatura. Educación Química**. p, 301 – 313, 2009.

GONÇALVES, R.O.; CRISÓSTOMO, L.C.S.; MARINHO, M.M.; CASTRO, R.R.; MARINHO, E.S. **Estudo in silico da molécula do Ácido (2S)-1-[(2S)-2-metil-3- sulfanilpropanoil] pirrolidina-2-carboxílico (CAPTOPRIL)**. Encontro de Iniciação à Pesquisa Universidade de Fortaleza, 2014.

GRESCZYSCZYNA, Marcella Cristyanne Comar; FILHO, Paulo Sérgio de Camargo; MONTEIROS, Eduardo Lemes. Aplicativos Educacionais para Smartphone e sua Integração Com o Ensino de Química. **Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas**, n. 15, p. 398 – 403, 2016.

KUCUKKAL, Tugba; SNYDER, Henry David. Computational Chemistry Activities with Avogadro and ORCA. **Journal of Chemical Education**, n. 98, p. 1335 – 1341, 2021

MACHADO, Adriano Silveira. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 2, p. 104 – 111, 2016.

NICHELE, Aline; SCHLEMMER, Eliane. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de química. **Revista RENOTE**. n. 2, p. 1-9, 2014.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. A Importância da Utilização de Estratégias de Ensino Envolvendo os Três Níveis

de Representação da Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, n. 3, p. 121 – 134, 2014.

PESSOA, José Gabriel de Moura; DA SILVA, José Claudio Soares; DE LIRA, Magadá Marinho Rocha. **A utilização de Softwares como Estratégias Promotoras da Argumentação no Ensino de Química**. Congresso Nacional de Educação, 6. Fortaleza, CE. 2019.

RAUPP, Daniele; SERRANO, Agostinho; MARTINS, Tales. A evolução da química computacional e sua contribuição para a educação em química. **Revista Liberato**. n. 12, p. 13- 22, 2008.

RIBEIRO, Angela; GRECA, Ileana. Simulações Computacionais e Ferramentas de Modelização em Educação Química: Uma revisão de literatura publicada. **Química Nova**, n. 4, p. 542 - 549, 2003.

SANTOS, Danilo; WARTHA, Edson José; FILHO, Juvenal. **Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização**. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília, 2010.

SCHNEIDER, Eduarda Maria; FUJII, Rosangela Araujo Xavier; CORAZZA, Maria Júlia. Pesquisas Quali-quantitativas: Contribuições para a pesquisa em ensino de ciências. **Revista Pesquisa Qualitativa**, n.9, p. 569-584, 2017.

SOFFA, Marilice; ALCÂNTARA, Paulo Roberto. **O uso do software educativo: reflexões da pratica docente na sala informatizada**. Disponível em: <www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/pdf/335_357.pdf> Acesso em 22 de março, 2022.

TELES, Lúcio; MIRANDA, Tereza. A comunicação instantânea por dispositivos móveis como suporte pedagógico no processo de ensino e aprendizagem. **Revista Educação, Artes e Inclusão**. n. 1, p. 8-26, 2019.

UNESCO, **Ict Competency Standards for Teachers: policy framework**. Paris, 2008.

VIEIRA, Helida Vaques Peixoto; et. al. Perspectivas do Uso de Aplicativos de Celular como Ferramenta Pedagógica para o Ensino de Química. **Revista Debates em Ensino de Química**, p. 125 – 138, 2019.

YU, Wei; CHEN Lifei. The Application of Computer Softwares in Chemistry Teaching. **J. Education and Management Engineering**. n. 12, p. 73 – 77, 2012.