



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA - CCT
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO
MATEMÁTICA – PPGECEM

AS TICs MARVINSKETCH E CHEMSKETCH E SUA CONTRIBUIÇÃO NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA QUÍMICA ORGÂNICA NO
ENSINO MÉDIO

CARLOS HELAIDIO CHAVES DA COSTA

CAMPINA GRANDE -PB

2017

CARLOS HELAIDIO CHAVES DA COSTA

**AS TICs MARVINSKETCH E CHEMSKETCH E SUA CONTRIBUIÇÃO NO
PROCESSO DE ENSINO-APRENDIZAGEM DA QUÍMICA ORGÂNICA NO
ENSINO MÉDIO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao
Programa de Pós-graduação em Ensino
de Ciências e Educação Matemática da
Universidade Estadual da Paraíba –
UEPB, como requisito à obtenção do título
de Mestre.

Área de Concentração: Ensino de Química

Orientador:

Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho

CAMPINA GRANDE –PB

2017

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

C837t Costa, Carlos Helaidio Chaves da..
As TICs MarvinSketch e ChemsSketch e sua contribuição no processo de ensino - aprendizagem da Química orgânica no Ensino Médio [manuscrito] / Carlos Helaidio Chaves da Costa. - 2017.
110 p.
Digitado.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências e Tecnologia, 2017.
"Orientação : Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho, Departamento de Química."

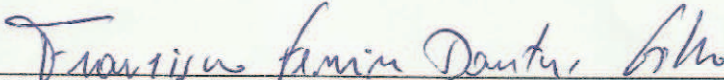
1. Tecnologia educacional. 2. Software MarvinSketch. 3. Software ChemsSketch. 4. Química orgânica. I. Título
21. ed. CDD 371.33

CARLOS HELAIDIO CHAVES DA COSTA

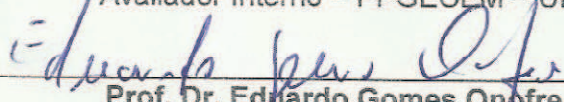
AS TICs MARVINSKETCH E CHEMSKETCH NO PROCESSO DE ENSINO-
APRENDIZAGEM DA QUÍMICA ORGÂNICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação defendida e aprovada em: 06 / 04 / 2017.

COMISSÃO EXAMINADORA


Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho
Orientador – PPGECEM – UEPB


Prof. Dr. Silvanio de Andrade
Avaliador Interno – PPGECEM – UEPB


Prof. Dr. Ednardo Gomes Onofre
Avaliador Interno – PPGECEM – UEPB


Prof. Dra. Fernanda Marur Mazzé
Avaliador Externo – PPGQ/CCET – UFRN

CAMPINA GRANDE –PB

2017

A Canção da América descreve que: amigo é coisa pra se guardar, debaixo de sete chaves... Destarte, dedico esta pesquisa (in memoriam) do colega professor Arnóbio Bezerra da Silva.

AGRADECIMENTOS

Viver o processo da construção deste estudo e, mais do que isso, passar pelas transformações vivenciadas durante a trajetória do Mestrado, aguçaram em mim, diversos sentimentos, dentre outros, a gratidão. Por isso, ao término dessa jornada acadêmica não poderia deixar de agradecer àqueles que contribuíram para mais uma conquista em minha vida:

Ao meu orientador Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho, pelas orientações precisas durante a construção desse estudo;

Ao Prof. Gilberlândio Nunes da Silva, pela amizade e contribuição nesse trabalho;

Aos professores do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática da UEPB, pelos conhecimentos compartilhados e oportunidade de aprendizado;

À minha esposa Mariana Nunes do Nascimento, pelo apoio, carinho e incentivo durante a minha trajetória no mestrado profissional;

À minha mãe “Alverina” e tia “Ozirenda”, pelo estímulo a seguir pelo caminho do conhecimento;

Aos colegas de mestrado, em especial aos químicos pela amizade e troca de conhecimentos;

A Alexandre Vieira Beltrão, pela amizade e companheirismo nas viagens para Campina Grande;

Aos meus alunos, colegas de profissão e direção do IFRN – Campus Caicó, pela contribuição nesta pesquisa e incentivo à qualificação.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para a minha formação docente.

RESUMO

A prática do ensino de Química na Educação Básica, utilizando o modelo tradicional, torna-se tedioso e pouco atrativo para os alunos, na medida em que se distanciam do contexto e realidade, sem ligação dos conceitos ensinados no cotidiano. A inserção de Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) no ensino de Química, visa reduzir as dificuldades de aprendizagem dos conceitos científicos pertinentes a esta ciência. O presente estudo objetivou analisar de que forma os softwares de desenho de estruturas e nomenclatura de compostos químicos auxiliam na prática pedagógica e no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica no Ensino Médio. A pesquisa foi desenvolvida em duas etapas: a primeira através de uma oficina sobre os programas MarvinSketch e ChemSketch, composta por dezoito alunos do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba. Na segunda, aplicou-se a proposta didática para o ensino de cadeias carbônicas e funções orgânicas, para trinta e seis alunos do Curso Técnico de nível médio integrado do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte. Ambas as etapas foram desenvolvidas no primeiro semestre de 2016. Tratou-se de um estudo exploratório, de caráter quali-quantitativo, aplicado e pesquisa-ação. Os dados foram coletados através de questionários e técnicas de avaliação. Os resultados apontam que os professores em formação inicial, escolheram o programa MarvinSketch como proposta didática, por reconhecer os benefícios de softwares no ensino de Química. O instrumento avaliativo revelou que os alunos ao utilizar o programa MarvinSketch, obtiveram êxito quanto ao número de acertos. Concluindo-se, portanto, que o uso desse programa nas aulas de Química, proporciona aos educandos um aprendizado dinâmico e significativo.

Palavras-chave: TIC; Software MarvinSketch; Ensino de Química Orgânica.

ABSTRACT

The practice of chemistry teaching in basic education, using the traditional model, becomes tedious and it is not very attractive to students, as far as the context and reality are away, without connecting the concepts taught in daily life. The insertion of Information Communication Technologies (ICT) in Chemistry teaching aims to reduce the learning difficulties of relevant scientific concepts to this science. The present study aimed to analyze how the drawing software of structures and nomenclature of chemical compounds assist in the pedagogical practice and in the teaching-learning process of the organic chemistry contents in high school. The survey was developed in two stages: the first one was through a workshop about the MarvinSketch and ChemSketch programs, composed of eighteen students of Chemistry Degree Course at the State University of Paraíba. On the second stage, it was applied the pedagogic proposal for the teaching of carbon chains and organic functions for 36 students of a Technical High School Course at *Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte*¹. Both stages were developed in the first half of 2016. It was an exploratory study, applied and action research, with a quali-quantitative approach. The data were collected through questionnaires and evaluation techniques. The results show that teachers in initial formation chose the MarvinSketch program as didactic proposal, because they recognize the software benefits in the Chemistry teaching. The evaluative instrument revealed that the students use of the MarvinSketch program, obtained success on the number of hits. Therefore, it is concluded that the use of this program in chemistry lessons offers students a dynamic and meaningful learning.

Keywords: ICT; MarvinSketch Software; Organic Chemistry Teaching

¹ It is a public federal Technical High School in the northeast of Brazil.

LISTA DE SIGLAS

TIC	Tecnologias da Informação e Comunicação
ENEM	Exame Nacional do Ensino Médio
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
LDB	Lei de Diretrizes e Bases
PCNEM	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
OCNEM	Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio
IUPAC	International Union of Pure and Applied Chemistry
QNEsc	Revista Química Nova na Escola
ENC	Exame Nacional de Cursos
ENADE	Exame Nacional de Desempenho de Estudantes
UEPB	Universidade Estadual da Paraíba
IFRN	Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Diferenças entre teorias de aprendizagem.....	35
Quadro 2 – Descrição da proposta didática aplicada ao Grupo A.....	45
Quadro 3 – Descrição da proposta didática aplicada ao Grupo B.....	46
Quadro 4 – Descrição das questões de avaliação e conteúdo abordados.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 –	Opinião dos alunos sobre a estratégia de apresentação e metodologia utilizada na oficina.....	60
Tabela 2 –	Opinião dos alunos sobre a teoria de aprendizagem dos programas aplicados.....	61
Tabela 3 –	Opinião dos professores em formação inicial sobre o interesse e motivação dos alunos ao usarem os softwares em sala de aula.....	62
Tabela 4 –	Opinião dos professores em formação inicial sobre a mediação pedagógica dos programas e aprendizagem.....	63
Tabela 5 –	Opinião dos professores em formação inicial sobre os “erros” apresentados pelo programas e oportunidades de aprendizado....	64
Tabela 6 –	Opinião dos professores em formação inicial sobre a escolha desses programas para serem usados em uma proposta de ensino.....	64
Tabela 7 –	Pontuação de análise dos softwares MarvinSketch e ChemSketch.....	65
Tabela 8 –	Respostas dos alunos sobre a utilização do computador e do software educacional nas aulas de Química.....	74
Tabela 9 –	Resposta dos alunos sobre as aulas da proposta didática.....	74

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Visualização em 2D e 3D da vitamina C no ACD/CHEMSKETCH..	50
Figura 2 –	Visualização de duas moléculas de vitamina C no ACD/3D viewer.....	51
Figura 3 –	Equipamentos de laboratório em uma reação de neutralização no ChemSketch.....	52
Figura 4 –	Visualização em 2D e 3D da vitamina no MarvinSketch.....	54
Figura 5 –	Visualização de duas moléculas de vitamina C no MarvinSpace....	55
Figura 6 –	Conversão da Nomeclatura em fórmula estrutural no MarvinSketch.....	56
Figura 7–	Alunos praticando a visualização de moléculas usando o MarvinSketch.....	57
Figura 8 –	Aluno inserindo o texto e desenho à molécula do Butano no programa MarvinsKetch.....	58
Figura 9 –	Cadeia carbônica em 3 dimensões vista no MarvinSpace.....	58
Figura10–	Projeção de uma molécula no MarvinSpace e utilização do programa.....	59
Figura 11–	Quadro branco da proposta didática aplicada do Grupo A.....	66
Figura 12–	Conceitos de funções orgânicas, nomeclatura e propriedades dos componentes orgânicos aplicados ao Grupo A.....	67
Figura 13–	Uso do MarvinSketch no estudo das cadeias carbônicas.....	68
Figura 14–	Alunos realizando atividades no MarvinSketch e aplicando as ferramentas do MarvinSpace.....	68
Figura 15–	Aplicação de verificação de aprendizagem com os alunos do Grupo B.....	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1–	Notas obtidas pelos alunos na verificação de aprendizagem.....	70
Gráfico 2–	Respostas dos alunos do Grupo A nas questões de verificações de aprendizagem.....	70
Gráfico 3–	Respostas dos alunos do Grupo B nas questões da verificação de aprendizagem.....	71
Gráfico 4–	Percentuais de respostas dos alunos sobre a verificação de aprendizagem.....	73

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO I – ENSINO DA QUÍMICA À LUZ DOS DOCUMENTOS LEGAIS E AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM.....	17
1.1 O ensino de Química Orgânica e suas implicações no processo ensino-aprendizagem.....	20
1.2 A formação inicial de professores de Química.....	23
1.3 A inserção das Tics na formação inicial e continuada de professores de Química.....	25
1.4 Uso de tecnologias no ensino de Química.....	27
1.5 Os softwares educacionais e suas contribuições na Educação Química	30
CAPÍTULO II – TEORIAS DE APRENDIAZAGEM E AS TECNOLOGIA NO ENSINO DE QUÍMICA.....	33
2.1 Os softwares educacionais no ensino de Química.....	36
2.2 Material instrucional para o ensino de Química.....	38
2.2.1 Hipermídia.....	38
2.2.2 Aplicativos.....	39
2.2.3 Vídeos.....	40
CAPÍTULO III – DIRETRIZES METODOLÓGICAS.....	41
3.1 Caracterização da pesquisa.....	41
3.2 Descrição dos ambientes e perfil dos participantes.....	42
3.3 Oficina acerca dos programas MarvinSketch e ChemSketch com os professores em formação inicial.....	43
3.4 Proposta didática para alunos do Ensino Médio.....	44
3.4.1 Proposta didática – GRUPO A	45
3.4.2 Proposta didática – GRUPO B	46
3.5 Instrumentos de coleta de dados.....	47
CAPÍTULO IV – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
4.1 Softwares ChemSketch e MarvinSketch como recursos pedagógicos no ensino de Química Orgânica.....	49
4.2 Aplicação da oficina sobre os softwares escolhidos com os professores em formação inicial.....	56
4.3 Avaliação dos alunos participantes da oficina sobre a metodologia utilizada.....	59
4.4 Avaliação pedagógica e técnica sobre os programas apresentados na oficina.....	61
4.5 Aplicação da proposta didática aplicada aos alunos do IFRN.....	65
4.5.1 Aplicação da proposta didática aplicada aos alunos do Grupo A.....	66
4.5.2 Aplicação da proposta didática aplicada os alunos do Grupo B.....	67
4.6 Resultados obtidos pelos alunos dos Grupos A e B no instrumento avaliado.....	69

4.7	Avaliação doas alunos do Ensino Médio sobre a proposta didática e os programas apresentados.....	73
	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	76
	REFERÊNCIAS.....	79
	APÊNDICES.....	87
	ANEXOS.....	98

INTRODUÇÃO

A disciplina de Química no Ensino Médio encontra-se apoiada em três eixos constitutivos fundamentais: as transformações químicas, os materiais e suas propriedades e os modelos explicativos, que precisam ser trabalhados em uma perspectiva contextualizada e interdisciplinar (BRASIL, 2002). No entanto, ainda existem práticas de ensino de Química que se resume à transmissão de conteúdos sem relação com a realidade do aluno, priorizando o nível teórico e consequentemente, viabilizando os alunos memorizarem símbolos e os reproduzi-los de maneira automática, sem compreender o processo de formação de novas ligações, refletindo-se na explicação dos fenômenos no nível macroscópico. Essa proposta pedagógica gera redução nos índices de aproveitamento escolar e obtenção notas inferiores nos exames em nível nacional, a exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio – ENEM (DEMO, 2008 apud MATHIAS; BISPO; AMARAL, 2009).

O crescente desenvolvimento tecnológico nos últimos anos, aliado à rapidez da transmissão e evolução da informação em todas as atividades do conhecimento, provoca mudanças no comportamento da sociedade e consequentemente exigem mudanças e adequação das instituições de ensino frente às novas tecnologias (BRANCO; CANTINI; MENTA, 2011). O acesso à Internet por meio de computadores, celulares, tablets e smartphones, proporciona a aquisição de conhecimentos através das redes virtuais (QUEIROZ et al., 2014).

O uso de ferramentas tecnológicas contribui na mediação entre alunos e professores, proporcionado assim, melhor aprendizado. No entanto, alguns professores ainda encontram dificuldades em utilizar as tecnologias, enquanto que outros professores e alunos de modo geral, costumam serem mais integrados. O digital na sala de aula não deve assumir um papel meramente ilustrativo, mas, um auxílio no processo de ensino-aprendizagem, considerando que o mundo mental dos alunos é um universo de imagens. Nesse contexto o professor deve fazer suas escolhas com o objetivo de melhorar sua prática docente (KARNAL, 2014).

O desenvolvimento das Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC) fez surgir um novo tópico a ser discutido na formação de professores, pois, a informatização das escolas é realidade. Entretanto, muitos docentes não possuem

preparo adequado para utilizar os computadores como recurso didático (EICHLER, DEL PINO, 2000).

A compreensão e construção de fórmulas estruturais são fundamentais para o aprendizado dos conceitos de Química Orgânica. No entanto, requer do aluno poder de abstração para compreender estruturas em três dimensões (NASCIMENTO, 2013).

No que se refere à modelagem molecular, Santos (2001, p.28) enfatiza: “a aplicação de modelos teóricos para representar e manipular a estrutura de moléculas, estudar as reações químicas e estabelecer relações entre a estrutura e as propriedades da matéria”. Nesse contexto a construção de modelos por parte dos alunos usando *softwares* específicos, pode levá-los a melhor compreensão e aprendizado referente aos compostos orgânicos.

Assim, as TICs MarvinSketch e ChemSketch tornaram-se importantes objetos de estudo para a realização dessa pesquisa. Buscando atender as respostas, levantou-se como questão norteadora a seguinte pergunta: *De que forma os softwares de desenho de estruturas e nomenclatura podem auxiliar na prática pedagógica e no processo de ensino-aprendizagem da Química Orgânica no Ensino Médio?*

A presente dissertação descreve os resultados da pesquisa realizada com os alunos do Curso de Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba e discentes do Curso Técnico de nível médio integrado do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte.

Para tanto, apresentou-se como objetivo geral: analisar como os *softwares* de desenho de estruturas e nomenclatura de compostos químicos, podem auxiliar na prática pedagógica e no processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica no Ensino Médio. E, especificamente, apresentar os programas *MarvinSketch* e *ChemSketch* aos professores em formação inicial e coletar dados sobre o uso dessas TICs como ferramentas de ensino de Química; Elaborar e aplicar uma proposta de intervenção didática com alunos do Ensino Médio, utilizando o programa *MarvinSketch* para o estudo dos conteúdos de cadeias carbônicas e funções orgânicas; Analisar o uso do software com os alunos e sua influência na aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica e; Elaborar um tutorial para uso do programa *MarvinSketch* como produto do mestrado profissionalizante, para utilização futura por professores do Ensino Médio.

No sentido de contextualizar a temática, essa dissertação apresenta quatro capítulos.

O primeiro – traz uma explanação acerca do ensino de Química e as dificuldades de aprendizagem; Química Orgânica e suas complicações no ensino-aprendizagem; A formação inicial de professores de Química; A inserção das Tecnologias nesse processo, o uso de tecnologias e softwares educacionais no ensino de Química.

O segundo – descreve algumas teorias de aprendizagem e as tecnologias no ensino de Química, com ênfase na hipermídia, aplicativos e vídeos.

O terceiro – traça as diretrizes metodológicas da pesquisa e demais procedimentos de análises para conduzir a discussão do tema abordado.

O quarto – apresenta os resultados obtidos, considerando o contexto do desenvolvimento do trabalho sobre o uso desta proposta, frente aos professores em formação inicial e aos estudantes do Ensino médio. E, por fim, as considerações finais, composta pela síntese do estudo acerca dos dados obtidos.

CAPÍTULO I

ENSINO DE QUÍMICA À LUZ DOS DOCUMENTOS LEGAIS E AS DIFICULDADES DE APRENDIZAGEM

A Química é o ramo da ciência que estuda os elementos químicos (matéria), as reações que podem ocorrer entre os elementos e a energia envolvida nestas reações. O aluno terá contato com essa disciplina no Ensino Médio, quando realizará um complemento dos conceitos adquiridos no Ensino Fundamental e trabalhará as questões de cidadania com consciência, compreensão, responsabilidades e direitos (SANTIAGO, 2010).

Segundo Busquets et al. (2008), os componentes curriculares surgiram há muito tempo. No entanto, devido aos avanços científicos ocorridos na estrutura e organização dos conteúdos a serem ensinados na escola, foram surgindo as modificações histórico-sociais na construção das sociedades modernas.

A Química é uma das disciplinas constituintes das Ciências Naturais, abordada no 8º e 9º ano do Ensino Fundamental e Ensino Médio. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN+ (BRASIL, 2002), o ensino de Química deve proporcionar ao educando o desenvolvimento de habilidades cognitivas e afetivas que deverão viabilizar ao sujeito, o posicionamento crítico e reflexivo, diante de situações problemas, contribuindo assim, para o desenvolvimento desses sujeitos. No entanto, para que isso seja possível, é necessária a combinação entre a formação do cidadão e a organização sistêmica dos conteúdos abordados nesta disciplina, no sentido de poder então, formar cidadãos conscientes a partir do conhecimento científico.

No que concerne ao ensino-aprendizagem desta disciplina, Nuñez e Silva (2008) mencionam diferentes aspectos, dentre outros, a linguagem utilizada, que apresenta ambiguidade levando a erros conceituais. Muitas dificuldades de aprendizagem em Química enfrentados pelos alunos do Ensino Médio estão relacionadas às metodologias aplicadas ao ensino dessa disciplina.

Na concepção de Pozo e Crespo (2009), o ensino-aprendizagem em Química se concentra em vários pressupostos: no caráter da própria ciência que gera consequentemente dificuldades conceituais, epistemológicas e ontológicas nos educandos do Ensino Fundamental e Médio; as dificuldades presentes na formação

dos professores de Ciências Naturais e metodologias baseadas no modelo de ensino transmissão-recepção.

Conforme os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM:

O Ensino de Química atualmente tem se reduzido apenas à transmissão de informações, definições e leis isoladas, sem qualquer relação com a vida do aluno, exigindo deste, quase sempre a pura memorização, restrita a baixos níveis cognitivos. Enfatizam-se muitos tipos de classificação, como tipos de reações, ácidos, soluções, que não representam aprendizagens significativas. Transforma-se, muitas vezes, a linguagem química, uma ferramenta, no fim último do conhecimento. Reduz-se o conhecimento químico à fórmulas matemática e aplicação de “regrinhas”, que devem ser exaustivamente treinadas, supondo a mecanização e não o entendimento de uma situação-problema. Em outros momentos, o ensino atual privilegia aspectos teóricos em níveis de abstração inadequados aos dos estudantes (BRASIL, 2000, p. 32).

Segundo Oliveira et al. (2012), no Brasil o ensino de Química possui ainda um caráter maçante e tem se reduzido à memorização de fórmulas, símbolos, conceitos e cálculos, desvinculado com o cotidiano, levando o aluno a não se questionar sobre a importância de estudar química. Assim, o ensino de química tem sido trabalhado a partir de características baseadas no modelo transmissão-recepção, onde o professor possui toda a fonte do saber químico e o aluno é o receptor dessas informações, gerando assim, uma aprendizagem mecânica. Desta maneira não é possível alcançar os objetivos propostos pelos documentos oficiais e muito menos, levar ao educando a compreensão do mundo em que vive.

Destarte, os Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio – PCNEM defendem um ensino de química que contribua para a formação da cidadania, na perspectiva de que os conhecimentos e valores assumam um papel de mediadores na relação entre o indivíduo e o mundo. A abordagem dos conceitos químicos deve partir de um enfoque macroscópico, baseado em evidências que possam ser medidas e observadas, mais próximo da visão que o aluno traz para a sala de aula, seguindo estratégias para explicar os fenômenos estudados. O estudo de uma reação química seria realizado a partir das relações de quantidade de massa, para em seguida, serem abordadas as relações atômicas e de quantidade de matéria (BRASIL, 2000).

A proposta mencionada é oposta a uma estratégia de ensino baseada na memorização de fórmulas, nomes e conceitos, sem relação com a realidade do aluno. O processo de ensino-aprendizagem em Química no Ensino Médio deve

permitir ao aluno o desenvolvimento de competências e habilidades que possibilitem o entendimento das transformações químicas, construção do conhecimento científico, o papel nos avanços tecnológicos e implicações na sociedade, tais habilidades e competências, de acordo com os documentos legais (2002), estão agrupadas em três eixos: representação e comunicação; investigação e compreensão; e contextualização sócio-cultural, assim descritos:

a) *Representação e comunicação* – Reconhecer e compreender símbolos, códigos e nomenclatura própria da Química, assim como analisar e interpretar diferentes tipos de textos relacionados ao conhecimento científico e tecnológico químico; descrever fenômenos, substâncias, materiais, propriedades e eventos químicos em linguagem científica;

b) *Investigação e compreensão* – Reconhecer modelos explicativos de diferentes épocas sobre a natureza dos materiais e suas transformações; elaborar e utilizar modelos macroscópicos e microscópicos para interpretar transformações químicas;

c) *Contextualização sócio-cultural* – Reconhecer e compreender a ciência e tecnologia química como criação humana, inseridas na história e na sociedade em diferentes épocas; articular, integrar e sistematizar o conhecimento químico com o de outras áreas no enfrentamento de situações problema.

A proposta de ensino referendada pelos documentos oficiais difere da prática curricular fundamentada em uma visão linear e fragmentada do conhecimento na forma de disciplinas, reafirmado pelas propostas presentes nos materiais didáticos, usados nas escolas (BRASIL, 2006).

A estratégia de ensino exclusivamente disciplinar tem pouca contribuição para a aprendizagem dos alunos, o que justifica a dificuldade em produzir respostas coerentes nas avaliações realizadas, a exemplo, o Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM). As Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio – OCNEM, defendem a contextualização e a interdisciplinaridade como eixos centrais para promoverem dinâmicas interativas no ensino de Química, a partir de temas provenientes do cotidiano dos alunos (BRASIL, 2006).

Conforme Gibin e Ferreira (2010), o conhecimento químico é formado por três esferas de representação: macroscópica, submicroscópica e simbólica. Na concepção desse mesmo autor, a esfera macroscópica tem relação com os fenômenos observáveis durante atividades de laboratório. Na esfera

submicroscópica, o fenômeno ganha movimento e uma “forma” espacial das espécies químicas e suas conexões. E, finalmente, a esfera simbólica na qual são representadas as espécies químicas por átomos, moléculas e íons em suas representações convencionadas pela International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC, 2015).

Os modelos mentais no contexto do estudo da Química são estruturas cognitivas internas das pessoas, produzidas pela compreensão dos fenômenos químicos. No ensino de Química, pode-se estimular os alunos a desenvolverem modelos mentais sobre os conceitos estudados, iniciando os estudos na abordagem macroscópica (experimental) e trabalhar em seguida a abordagem submicroscópica com o uso de imagens, modelos ou animações sobre o sistema químico em estudo. O nível simbólico tem a função de descrever o sistema utilizando a linguagem própria da química. Entretanto, no ensino tradicional ocorre maior valorização dos símbolos químicos que não contribuem para a construção dos modelos mentais. (GIBIN; FERREIRA 2010).

A forma de ensino tradicional baseada em acúmulo de conhecimento, aulas meramente expositivas em que o aluno é mero ouvinte, memorização e repetição, ainda faz parte do ensino de Química em algumas escolas, refletindo no elevado número de reprovações, desmotivação dos alunos e dificuldade de resolução das provas escritas (SANTIAGO, 2010; VEIGA; QUENENHENN; CARGNIN, 2012).

Desse modo, o papel do professor é fundamental na busca de melhorias do processo de ensino-aprendizagem. As atividades devem promover a interação aluno-professor em uma perspectiva construtivista do conhecimento (FERREIRA; DEL PINO, 2009).

1.1 O ensino de Química Orgânica e suas implicações no processo ensino-aprendizagem

O estudo da Química orgânica é abordado no 3º ano do Ensino Médio na educação regular. Essa temática se refere ao estudo dos compostos de carbono e suas estruturas derivadas, formadas com a participação de outros elementos químicos, a exemplo, o Oxigênio, Nitrogênio, Enxofre, Cloro entre outros. Os compostos orgânicos com propriedades semelhantes (reatividade) são agrupados nas funções orgânicas que possuem arranjos de átomos diferenciados,

denominados grupo funcional, possibilitando uma variedade de compostos, exigindo do aluno muita abstração e lógica espacial (CRUZ; SIMÕES NETO, 2012; PAZINATO et al., 2012).

Nos dias atuais, a Química Orgânica torna-se cada vez mais importante por representar uma área da química que está relacionada a grandes pesquisas no campo da Nanotecnologia, Biotecnologia e Engenharia Genética. Para os discentes de nível superior (atuais pesquisadores) e alunos do nível médio (futuros pesquisadores) é fundamental o conhecimento de conceitos químicos, a exemplo, ligações químicas, estruturas moleculares e funções orgânicas (SILVA, 2013). Dentro de uma visão ampla, pode-se afirmar que os compostos de carbono estão presentes na origem da vida (constituindo o ser vivo que vai sendo formado) e são fundamentais à manutenção dela, seja de forma direta dos alimentos, produtos de higiene e remédios, ou indiretamente por combustíveis que fornecem energia aos meios de transporte (FERREIRA; DEL PINO, 2009).

De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais – PCNs (BRASIL, 2001), o ensino de Química pode ser realizado a partir de “temas estruturadores” buscando ampla conexão entre o conhecimento químico e o cotidiano. O tema: “Química e Biosfera” propõe o estudo dos compostos de origem vegetal e animal como fonte de recursos para a sobrevivência humana. Nesse contexto, é possível abordar os conceitos relacionados à estrutura, funções, reações, implicações ambientais e sócio e econômicas dessas substâncias. O tópico de alimentos de origem vegetal pode auxiliar na compreensão dos conteúdos de cadeias carbônicas, funções orgânicas e isomeria, associados as estruturas desses compostos.

Se considerarmos os combustíveis: lã, algodão, poliéster e glicose, percebe-se que em vários aspectos do cotidiano do aluno estão presentes nos compostos de carbono. Entretanto, a orgânica que é transmitida nas escolas tende a ser mais teórica, privilegiando a nomenclatura e classificação dos compostos, de forma descontextualizada (NASCIMENTO, 2007; PAZINATO, 2012). Corroborando com essa ideia, Souza Júnior et al. (2009, p.1) afirmam: “o estudo de tal disciplina é, para muitos, tarefa árdua, provavelmente por não verem a relação entre determinado tópico e sua aplicação, isto provoca no aluno desestímulo e a uma antipatia pela”.

No processo de ensino baseado no modelo de transmissão-recepção de conteúdo, há pouca proposta de interdisciplinaridade. E uma visão disciplinar

fundamentada apenas nos conceitos de teoria e prática, prejudica o aprendizado dos alunos do Ensino Médio, que chegam à universidade com deficiências em disciplinas básicas, como a Química Orgânica (SOUZA JUNIOR et al., 2009; ZANON; GUEIREIRO; OLIVEIRA; 2008).

Diante do exposto, se faz necessária mudança na metodologia do ensino de Química Orgânica. Esse tema têm sido o eixo de estudo dos diversos grupos de pesquisa, publicados na forma de artigos científicos na Revista Química Nova na Escola (QNEsc) que atende aos professores interessados em aperfeiçoamento nos processos de ensino. Segundo Cruz e Simões Neto (2012), os tópicos mais abordados pelos artigos da revista foram: funções orgânicas, reações orgânicas, bioquímica e polímeros, este último destacando-se com maior frequência.

Ao lecionar Química, objetiva-se motivar o aluno a compreender as transformações químicas. Entretanto, no ensino de compostos de carbono nas escolas de Educação Básica, enfatiza-se o ensino de funções orgânicas e nomenclatura de estruturas, sem a abordagem das propriedades físico-químicas e como estas interferem na reatividade destes compostos. A aprendizagem de Química Orgânica na escola não pode ser apenas a memorização de grupos funcionais, fórmulas e nomes de compostos; deve – se compreender o motivo de nomear uma estrutura e como isso irá afetar a sua reatividade e propriedades físico-químicas (FERREIRA; DEL PINO, 2009).

O uso de Software para o ensino de modelos moleculares nas aulas de Química, permite a representação e estudo de estruturas moleculares invisíveis aos olhos, pois, mesmo sem o modelo concreto, pode-se estudar uma formula estrutural desenhada. As formulas estruturais que representam os modelos moleculares são importantes tanto na Química Orgânica, quanto na bioquímica, por estudar a exemplo, cadeias de aminoácidos que formam uma proteína (ROQUE; SILVA, 2008).

A compreensão e estudo das fórmulas estruturais é fundamental no estudo da Química Orgânica no Ensino Médio, pois, caso contrário, pode levar à erros conceituais, tal como associar diretamente a estrutura do benzeno com a de um hexágono com uma “bolinha” dentro. A modelagem em Química é definida como um processo de construção e reconstrução de modelos, que ao serem produzidos por softwares específicos, é classificada como modelagem molecular (RAMOS; ANDRADE NETO, 2014).

O cotidiano pode oferecer temas para abordagem dos conceitos da Química Orgânica, desde que se considere o nível cognitivo dos alunos e se estabeleça uma sequência que motive e desperte a curiosidade do discente. Uma estratégia de ensino bem planejada pode ser a conexão entre o conhecimento químico e a realidade dos alunos, permitindo um ambiente participativo no processo de ensino – aprendizagem, a exemplo, as temáticas dos agrotóxicos, derramamento de petróleo no mar e as drogas alucinógenas ou depressoras do sistema nervoso humano (OLIVEIRA et al., 2012; ANDRADE, 2012).

1.2 A Formação inicial de professores de Química

Ensino de Ciências, especificamente de Química no Brasil, passou por várias mudanças curriculares, influenciadas por diferentes contextos de cada época. A implantação dos estudos sociais sobre Ciências e Tecnologia foi uma delas. Entretanto, quase quatro décadas se passaram desde o início do movimento e, apesar das Políticas Públicas surgidas no país nesse período, documentos oficiais como a Lei das Diretrizes e Bases – (BRASIL, 1996) e os PCNs (BRASIL, 2002) que sugerem inovações curriculares educacionais, constata-se que a Ciência continua sendo trabalhada como um conhecimento pronto e que pode ser transmitido e aceito como é concebido (KRASILCHIK, 2000).

Nesse sentido, é importante que haja uma reflexão a respeito da atual prática dos professores de Química e mudança dessa postura utilizada na prática docente, inserindo e discutindo nas aulas de química, problemas atuais de âmbitos sociais, éticos e políticos, para oportunizar aos alunos reflexões sobre os acontecimentos do mundo em que vivem.

As Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química (BRASIL, 2001) definem que competências e habilidades venham a serem desenvolvidas pelos alunos da Licenciatura durante a formação, dentre elas:

- a) Compreender os conceitos, leis e princípios da Química;
- b) Conhecer as propriedades físicas e químicas principais dos elementos e compostos, que possibilitem entender e prever o comportamento físico-químico, aspectos de reatividade, mecanismos e estabilidade;

c) Acompanhar e compreender os avanços científico-tecnológicos e educacionais;

d) Reconhecer a Química como uma construção humana e compreender os aspectos históricos de sua produção e suas relações com o contexto cultural, socioeconômico e político;

e) Saber identificar e busca nas fontes de informações relevantes para a Química, inclusive as disponíveis nas modalidades eletrônicas e remotas, que possibilitem a contínua atualização técnica, científica, humanística e pedagógica;

f) Ler, compreender e interpretar os textos científico-tecnológicos em idioma pátrio e estrangeiro (especialmente inglês e/ou espanhol);

g) Saber escrever e avaliar criticamente os materiais didáticos, como livros, apostilas, "kits", modelos, programas computacionais e materiais alternativos;

h) Refletir de forma crítica a sua prática em sala de aula, identificando problemas de ensino-aprendizagem;

i) Compreender e avaliar criticamente os aspectos sociais, tecnológicos, ambientais, políticos e éticos relacionados às aplicações da Química na sociedade;

j) Possuir conhecimentos básicos do uso de computadores e sua aplicação em ensino de Química;

l) Conhecer teorias psicopedagógicas que fundamentam o processo de ensino-aprendizagem, bem como os princípios de planejamento educacional.

Com ênfase no exposto, o aluno da licenciatura ao concluir a formação precisa ter compreensão dos conhecimentos químicos contextualizados com a sociedade; estar em constante processo de atualização sobre informações e; conceitos químicos e; a partir do conhecimento das teorias sobre o processo de ensino - aprendizagem buscar melhorias para sua prática, a exemplo, introdução das TICs.

Conforme Eichler e Del Pino (2000 p. 6), “a formação do professor envolve conteúdos específicos, princípios educacionais, metodologias de ensino, psicologias da aprendizagem, uso de meios didáticos, etc.”

A formação inicial em Química, muitas vezes valoriza o estudo da química teórica, em prejuízo das metodologias e estratégias de ensino em que o aluno terá um perfil mais próximo de um pesquisador do que de um professor, gerando lacunas para o profissional que irá atuar em sala de aula. A mudança do modelo de ensino

encontrado no nível médio passa também, por mudanças na formação inicial de professores (SANTIAGO, 2010). O autor ainda acrescenta:

Mais do que em qualquer profissão, a formação do educador deve partir do pressuposto de que quem constrói o conhecimento e o próprio cognoscente. Isso implica em uma postura de compreensão da globalidade do sujeito que aprenderá através de um processo interativo e dinâmico. Sem tal concepção acerca do conhecimento, o profissional apenas repetirá e reproduzirá práticas antes vividas, limitando-se a cumprir o que lhe foi proposto tendo uma atitude de repetidor e não de sujeito de suas ações.

Gibin e Ferreira (2010) relatam que as avaliações do Exame Nacional de Cursos – ENC e o Exame Nacional de Desempenho de Estudantes – ENADE de 2000 a 2005 apontam problemas na formação inicial dos profissionais de Química em relação ao conhecimento químico, em que os alunos têm dificuldades de fazer representações submicroscópicas ou estabelecer a correta relação destas com o conceito químico. As dificuldades são resultantes da valorização do nível simbólico, repassada durante as aulas teóricas nos cursos de graduação em Química. O uso de modelos no estudo da Química pode contribuir para melhor compreensão dos conceitos químicos e, portanto, devem ser inseridos nas práticas pedagógicas dos cursos de Licenciatura em Química.

Durante a formação inicial, os futuros professores podem ter conhecimento e domínio sobre ferramentas tecnológicas. Entretanto, existe dificuldade na construção do conhecimento do aluno, ou seja, os professores apresentam deficiência no uso pedagógico da tecnologia. A globalização e os avanços tecnológicos trazem novos conhecimentos e recursos para a realidade do professor. Entretanto, a formação inicial precisa fornecer os conhecimentos básicos para a utilização de recursos tecnológicos presentes na realidade escolar e novos aprendizados na formação continuada (LEITE, 2015).

1.3 A inserção das TICs na formação inicial e continuada de professores de Química

Desde o início da revolução tecnológica os PCN+ (BRASIL, 2002) já destacavam a possibilidade do uso do computador no ensino de química como fonte de informações através de programas selecionados em função do enfoque pedagógico, adequação ao nível cognitivo dos alunos e a criação de materiais didáticos próprios a serem utilizados em atividades de ensino-aprendizagem. Os

PCNEM (BRASIL, 2000) também consideram o uso da informática como ferramenta capaz de dinamizar e contribuir de forma significativa para o processo de construção do conhecimento em diversas áreas.

Mathias, Bispo e Amaral (2009) confirmam a existência de duas vantagens do uso do computador na educação:

Primeira – se usado em uma metodologia de trabalho em grupo, o professor deixará de ser a única fonte de informação presente e assumirá um papel de orientador do trabalho desenvolvido pelos alunos em seus grupos durante o processo de ensino;

Segunda – é a de simular situações e fenômenos não observados naturalmente, a exemplo, o comportamento de partículas em escala microscópica da matéria, auxiliando uma melhor compreensão dos conceitos. Os autores ainda destacam a motivação e participação dos alunos, durante a aplicação da estratégia de ensino utilizando as TICs.

Assim, as tecnologias possibilitam novos caminhos de aprendizagem, mas, para trabalhar com essas ferramentas é necessário que os professores busquem capacitação, relacionem os conhecimentos técnicos e pedagógicos, assumindo o papel de mediadores no processo ensino-aprendizagem (QUEIROZ, et al. 2014).

Na concepção de Valente (1999, p. 38):

A interação aluno-computador precisa ser mediada por um profissional que tenha conhecimento do significado do processo de aprendizado através da construção do conhecimento, que entenda profundamente sobre o conteúdo que está sendo trabalhado pelo aluno e que compreenda os potenciais do computador. Esses conhecimentos precisam ser utilizados pelo professor para interpretar as ideias do aluno e para intervir apropriadamente na situação de modo a contribuir no processo de construção de conhecimento por parte do aluno.

Conforme Leite (2011), o processo de introdução das tecnologias no ensino necessita estar fundamentado em três conceitos: adição, estratégia e realidade. A tecnologia adicionada à prática pedagógica deve incluir novos formatos aos conceitos que farão parte do conhecimento do aluno e, não ser usada, como simples substituto de recursos, á exemplo, o laboratório. A estratégia e metodologia de ensino com o uso das TICs devem ser discutidas e analisadas com o objetivo de contribuir para a aprendizagem do aluno. É interessante que professor seja capaz ensinar e utilizar-se dos recursos didáticos disponíveis no contexto escolar em que está inserido.

Conforme Leite (2015 p. 28): “nem tudo que é tecnologicamente viável e pertinente em termos educacionais é realizável em todos os contextos educacionais”. Assim, é preciso refletir sobre a prática pedagógica que está sendo utilizada, para saber então, quando e como utilizar as ferramentas tecnológicas como aliadas na melhoria da aprendizagem dos alunos.

O uso de recursos de imagem e áudio na construção de modelos explicativos pode contribuir no ensino de Química, através de um software educativo que oportunize as interações entre professor – aluno e aluno – computador, propiciando condições adequadas para a construção do conhecimento (SILVA, 2007).

Apenas a introdução da tecnologia na prática pedagógica não promove mudanças no processo de ensino. É preciso refletir sobre a contribuição dessa ferramenta no processo ensino-aprendizagem. Apesar das contribuições das tecnologias para o processo de ensino, alguns autores afirmam que existem dificuldades dos professores em utilizar essas ferramentas, a exemplo, pouco conhecimento de informática, medo de perder autonomia na sala de aula e a falta de espaço adequado (SOUZA et al., 2005; VIEIRA, 2010).

1.4 Uso de Tecnologias no ensino de Química

Historicamente, o ensino das ciências tem passado por modificações, na medida em que “Ciência e Tecnologia” são reconhecidas como essenciais ao desenvolvimento econômico, social e cultural de uma nação. Nesse sentido, Krasilchik (2000) aponta que na década de 60 durante a “guerra fria”, para vencer a batalha espacial, os Estados Unidos investiram significativamente na educação em relação aos recursos humanos e financeiros, “para produzir os chamados projetos de Primeira Geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o Ensino Médio”.

Conforme esse mesmo autor, o objetivo era formar uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço; e para isso, era necessário que os cursos de Ciências das escolas secundárias identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas. A ciência era considerada uma atividade neutra, que buscava desenvolver nos cientistas a racionalidade, a capacidade de realizar observações controladas e de realizar replicabilidade dos experimentos. Nesse contexto, procurava liberar os pesquisadores do julgamento de

valores sobre o que desenvolviam, à exemplo, a tentativa de isentá-los da responsabilidade na produção da bomba atômica.

Entre as décadas de 60 e 80, com o avanço dos problemas sociais no mundo, as crises ambientais e o aumento da poluição, outros valores foram incorporados às ciências em todos os níveis de ensino nas escolas brasileiras. Não se pretendia mais formar cientistas, mas sim, cidadãos que buscavam melhoria na qualidade de vida e participação ativa no processo de redemocratização daquele período. A ciência não mais se limitava aos aspectos internos da investigação científica, mas buscava relacioná-los à sociedade em seus aspectos político, econômico e cultural.

Nos anos 70 e 80 muitos educadores questionaram a efetividade e o papel do trabalho de laboratório, mostrando que o currículo baseado na investigação havia falhado na promoção de habilidades de pensamento crítico, elaboração de questões fundamentais, raciocínio e resolução de problemas aos estudantes de ciências (HOFSTEIN; LUNETTA, 1982).

A atividade experimental possibilita a introdução do conteúdo a partir de seus aspectos macroscópicos, por meio de análise qualitativa de fenômenos. Ela também permite demonstrar de forma simplificada, o processo de construção ou elaboração do conhecimento, da historicidade e análise crítica, da aplicação do conhecimento químico na sociedade (MALDANER, 2003).

Com o advento do computador, o homem teve um grande avanço na tecnologia e atualmente é uma ferramenta importante para a humanidade, principalmente para empresas, no que se refere à organização, sendo a Internet uma das criações que o homem possa fazer em tecnologia (TAVARES, SOUZA; CORREIA, 2013).

Na perspectiva de Miranda (2007 p. 43) “as pessoas que trabalham no domínio da Tecnologia Educativa não se interessam somente pelos recursos e avanços técnicos, mas também, e, sobretudo, pelos processos que determinam e melhoram a aprendizagem”. Estes processos podem integrar determinados tipos de recursos técnicos, tais como: o computador e a internet. O uso educativo do computador e da Internet podem ser considerados subdomínios da Tecnologia Educativa.

Desse modo, surgem as Tecnologias de Informação e Comunicação compostas por um conjunto de recursos tecnológicos que podem proporcionar comunicação e/ou automação de diversos tipos de processos em diversas áreas,

principalmente no ensino e na pesquisa (TAVARES; SOUZA, CORREIA, 2013). Essa tecnologia é usada para juntar, disponibilizar e compartilhar as informações em site de Web, na informática em forma de Hardware e Software, entre outras tecnologias (PEIXOTO, 2012).

As tecnologias são aos poucos, inseridas no processo de ensino-aprendizagem nas escolas por meio do computador e Internet, tornando-se um dos principais meios de comunicação entre professor - aluno no ensino-aprendizagem.

Segundo Costa (2010), a cada período percebe-se o desenvolvimento tecnológico. Por isso, não é concebível que a escola não esteja em sintonia com essa difusão. Ela é um ambiente proporcionador de discussão, reflexão, construção e troca de conhecimento. Neste espaço, a aprendizagem se efetiva a partir do engajamento de todos que a compõe: gestor, equipe pedagógica e técnica, professores, alunos e comunidade. Os anseios sociais, os avanços tecnológicos e as temáticas cotidianas não podem ficar fora dos muros das escolas, estas devem estar abertas às aspirações atuais.

Nessa perspectiva, a escola se torna um ambiente de discussão frente às novas possibilidades de comunicação e informação. É importante pontuar que os aparelhos eletrônicos, como dispositivos móveis, viabilizam essa tecnologia e novas linguagens são incorporadas no processo ensino-aprendizagem. Assim, a escola tem que repensar e promover os agentes tecnológicos, para que possam viabilizar melhoria na qualidade da educação. Nesse sentido o uso de TICs na educação tende a ser cada vez mais utilizado nas instituições de ensino (TAVARES; SOUZA, CORREIA, 2013).

Segundo Leite e Leão (2013), as Tecnologias da Informação e Comunicação na educação são, na verdade, um aspecto particular de um fenômeno muito mais amplo, relacionado com o papel dessas tecnologias na sociedade atual. Nessa lógica, a maior parte da sociedade dedica seu tempo para melhorias contínuas no ensino, em especial com o uso das TICs, corroborando com pesquisas anteriores que destacaram ampla abordagens (COLL; MONEREO, 2010; EICHLER; DEL PINO; 2006; GIORDAN, 2008; LEITE, 2011; MELLO, 2009).

Neste sentido, Cysneiros e Leão (2011) apontam que a aula aplicada em sala deixa de ser o método baseado apenas no uso de técnicas como a fala e a escrita expressa, a partir da exposição de dados no quadro negro, branco ou verde. Os alunos não aceitam mais a metodologia baseada no modelo transmissão/recepção,

sem haver diálogo entre professores e alunos, sem consultar textos, imagens, sons, sem externar opiniões e dúvidas de forma crítica e construtiva. Corroborando com as perspectivas do Ensino de Química, os documentos referenciais curriculares revelam:

[...] é preciso objetivar um ensino de Química que possa contribuir para uma visão mais ampla do conhecimento, que possibilite melhor compreensão do mundo físico e para a construção da cidadania, colocando em pauta, na sala de aula, conhecimentos socialmente relevantes, que façam sentido e possam se integrar à vida do aluno (BRASIL, 2000, p.68).

As TICs fornecem instrumentos imprescindíveis para ajudar a melhorar o ensino, pois os recursos que elas disponibilizam, são capazes de oferecer formação educacional permitindo, assim, a atualização de conhecimentos, a socialização de experiências e aprendizagem, através dos recursos tecnológicos (LIMA; MOITA, 2011).

Ao se adotar o uso de recursos tecnológicos no Ensino de Química, é necessário elaborar um planejamento, no sentido de que a metodologia esteja direcionada ao contexto social da escola. Para Kenski (2004, p.23):

As novas tecnologias de informação e comunicação, caracterizadas como midiáticas, são, portanto, mais do que simples suportes. Elas interferem em nosso modo de pensar, sentir, agir, de nos relacionarmos socialmente e adquirirmos conhecimentos. Criam uma nova cultura e um novo modelo de sociedade.

Logo, o método adotado pelo professor precisa aproximá-lo do estudo da Química, através da análise e observação dos fenômenos que ocorrem no mundo natural e virtual. Neste contexto, o ensino de Química estará cumprindo o seu papel social, uma vez que não se limita apenas a transmissão de informações, leis, nomenclaturas, fórmulas, definições, sem qualquer relação com a vida do estudante, pelo contrário, busca-se desenvolver uma aprendizagem significativa, por meio de uma postura metodológica que esteja relacionada à vida dos alunos, buscando relacionar ao contexto tecnológico (LIMA; MOITA, 2011).

1.5 Os softwares educacionais e suas contribuições na Educação Química

O avanço tecnológico permitiu a criação de *softwares educacionais*, capazes de potencializar os processos de ensino-aprendizagem da Educação Básica e

Superior. Segundo Oliveira (2000), o programa ou *software educacional* pode ser definido como: “*software* que é inserido em contextos de ensino-aprendizagem”.

Destarte, se faz necessário planejar a inserção destes recursos nos componentes curriculares dos cursos de graduação, permitindo aos alunos em formação inicial, adquirir conhecimentos teóricos e práticos nas diversas áreas do saber. Entretanto, na prática, a maioria dos componentes tecnológicos ministrados nos cursos de formação inicial é explorada apenas nos aspectos técnicos, sem vincular as aplicações tecnológicas aos conteúdos curriculares (PESSOA, 2008).

Corroborando, Prado e Martins (1998, p.72) destacam:

A formação do professor em informática na educação precisa ser vista além do espaço/tempo do curso, contemplando nesse processo a dimensão do contexto do dia a dia do professor. Nesse enfoque a preparação do professor envolve muito mais do que ele aprender a lidar com ferramentas computacionais. O professor também precisa aprender a recontextualizar o uso do computador, integrando-o às suas atividades pedagógicas. Isto significa que o processo de formação deve propiciar ao professor construir novos conhecimentos, relacionar diferentes conteúdos e reconstruir um novo referencial pedagógico.

Neste contexto, os *softwares educacionais* contribuem para processo ensino-aprendizagem, desde que estejam associados ao conhecimento específico. Desta forma, professores e alunos disponibilizam de um ambiente interativo de aprendizagem.

Para Costa (2010), no ensino de Química precisam ser incorporadas intensas transformações, vinculadas às tecnologias dentro dos espaços educacionais, afirmando que o uso de *software* na educação favorece o processo ensino-aprendizagem. No entanto, o professor ainda encontra limitações neste processo, o que contribui para o surgimento das dificuldades de aprendizagem. Segundo Giordan (2008) a inserção das tecnologias na educação minimiza as limitações no processo de ensino, favorecendo a aprendizagem dos educandos.

Na perspectiva de Silva et al. (2012), diante da diversidade educacional, as decisões dos professores devem ser ancoradas nas prescrições dos documentos oficiais curriculares, vinculados à área de atuação. Desta forma o docente estará contribuindo com um ensino inovador, corroborando com a aprendizagem significativa dos alunos.

No pensamento de Imbérnon (2008), os cursos de formação inicial precisam contribuir para o conhecimento profissional básico, que permita o professor utilizar

metodologias inovadoras com o uso de tecnologias. Para tanto, o uso dessas tecnologias exige do docente, planejamento, estratégias, recursos e principalmente, mudanças na prática pedagógica e atitudes reflexivas no processo de ensino. Entretanto, a formação inicial não é suficiente para que o professor consiga atender as exigências da gestão escolar.

Nesse sentido, Gabini e Ferreira (2010) aponta que a formação continuada é fundamental para o aperfeiçoamento ou reformulação da atuação do docente em sala de aula. Concordando com esse pensamento, Santos e Schnetzler (1997) defende a necessidade da capacitação profissional do docente por meio de um pensamento crítico sobre sua atuação em sala de aula, que favoreça a construção de conhecimentos dos alunos (DANTAS FILHO; SILVA; COSTA SILVA, 2015).

Segundos os documentos legais, o desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos é favorecido quando os professores diversificam os materiais e recursos didáticos, utilizados na prática, permitindo o acesso às informações e dados disponíveis na Internet, através do uso de softwares específicos para o ensino de Química (BRASIL, 2002). É importante destacar que a utilização destes programas, na prática deve ser analisada pelo professor e aplicada no processo de ensino-aprendizagem.

Os documentos oficiais propõem um ensino de química contextualizado e que seja capaz de desenvolver habilidades e competências nos alunos do ensino médio, entretanto ainda temos práticas de ensino que não contribuem para o aprendizado dos discentes. A melhoria no ensino deve começar da formação inicial onde os futuros professores precisam valorizar as metodologias de ensino tanto quanto o conhecimento químico dessa forma ele será capaz de buscar melhorias para o processo de ensino aprendizagem. As TIC nesse contexto serão ferramentas que podem ser incluídas na prática docente de forma planejada, discutida e analisada de forma a contribuir para a aprendizagem dos discentes.

CAPÍTULO II

TEORIAS DE APRENDIZAGEM E AS TECNOLOGIAS NO ENSINO DE QUÍMICA

A inserção das TICs no processo de ensino-aprendizagem, conforme apresentado anteriormente, tem o objetivo de promover melhorias na aprendizagem dos alunos. Portanto, é preciso conhecer como ocorre a aprendizagem e de que forma as tecnologias podem contribuir nesse processo.

Uma teoria de aprendizagem pode ser definida como um modelo para explicar a maneira do indivíduo aprender sob o ponto de vista da Psicologia e da Educação, a teoria de aprendizagem reúne os conceitos da prática pedagógica aplicada na relação professor-aluno no processo de ensino (LEITE, 2015). Para esse mesmo autor, nenhuma tecnologia é neutra, do ponto de vista pedagógico. Entretanto, a forma como um programa é construído e utilizado, pode se assemelhar com uma teoria de aprendizado.

Segundo Moreira (2016) o Comportamentalismo ou Behaviorismo é uma teoria de aprendizagem baseada nos comportamentos humanos observáveis e mensuráveis, que incluem respostas e suas relações com estímulos e consequências em estudos desenvolvidos por alguns teóricos, dentre os quais, destacam-se: Pavlov (1849-1936), Watson (1878-1958), Guthrie (1886-1936), Thorndike (1874-1949) e Skinner (1904-1990).

Na perspectiva, Skinneriana os professores “modelariam” as respostas dos alunos pelo uso de recompensas ou punições; as punições ocorreriam em virtude das respostas erradas e por consequência, eram exigidas novas respostas; a avaliação forneceria resultados sobre o que faltava ser ensinado. Sob o enfoque de uma aprendizagem sem erros, esta teoria ofereceu suporte a práticas de ensino transmissivas e memorísticas, em uma aula centrada no professor, com alunos passivos e reprodutores de tarefas. Os softwares do tipo exercício – prática e jogos digitais e a concepção do uso do computador como máquina de ensinar são características da informatização do ensino por instrução, característica do comportamentalismo (LEITE, 2015).

As teorias cognitivistas buscam explicações para os processos mentais superiores, a partir da existência de uma representação mental e como o

conhecimento é construído pelo indivíduo, na qual destacam-se os trabalhos de Piaget (1896-1980) e Vygotsky (1896-1934) (LEITE, 2015).

Piaget, a partir da epistemologia genética, defende a construção do conhecimento através dos processos de perturbação – conservação – assimilação – acomodação, dividido em estágios de desenvolvimento da inteligência de acordo com a idade da criança.

Conforme Vygotsky (2000) a construção do conhecimento ocorre por meio da interação do indivíduo com o meio social, na qual o desenvolvimento do aluno é compreendido pelos conceitos de nível de desenvolvimento real (NDR), zona de desenvolvimento proximal (ZDP) e nível de desenvolvimento potencial (NDP).

Nas concepções cognitivistas apresentadas por Piaget e Vygotsky, o aluno construirá seu conhecimento por meio da integração aluno-aluno e professor-aluno, em que o professor assumirá o papel de mediador (facilitador) na construção do conhecimento, promovendo atividades na zona de desenvolvimento proximal (ZDP). O “erro” na perspectiva construtivista faz parte do processo de aprendizagem e pode ser explorado para construir novos conhecimentos (MATHIAS; BISPO; AMARAL, 2009).

As tecnologias passam a ser utilizadas para facilitar o desenvolvimento dos alunos, por exemplo, o uso de construtores de moléculas e jogos. Conforme Leite (2015, p.99):

O construtivismo tem sido uma das abordagens teóricas mais utilizadas para orientar o desenvolvimento de materiais didáticos informatizados. Nessa perspectiva, o usuário constrói representações por meio de sua interação com a realidade, que irão constituir seu conhecimento, processo insubstituível e incompatível com a ideia de que o conhecimento possa ser adquirido ou transmitido.

O construcionismo surgiu a partir dos trabalhos de Papert (1994), que propôs a ampliação da ideia do construtivismo com o conceito de fazer, explorar e construir um objeto de interesse por meio do computador. O aprendizado do aluno ocorrerá durante a construção, ou seja, através do fazer de um produto de interesse do aluno, que envolvido no processo de construção, terá uma aprendizagem significativa. O professor assumirá uma postura de mediador e promotor da aprendizagem colaborando com a construção de um ambiente, onde o aluno será o sujeito da aprendizagem (LEITE, 2015).

O conectivismo proposto por Siemens (2004) apresenta um modelo de aprendizagem, focado em conectar um conjunto de informações especializadas; e as conexões que nos capacitam a aprender são mais importantes que o estado atual de conhecimento. Na era digital, o conectivismo reflete uma sociedade em que o aprendizado não é uma atividade individual, podendo ocorrer fora de nós mesmos (dentro de uma organização ou base de dados).

A interatividade e a colaboração, presente nas redes sociais, por exemplo, faz com que o professor deixe de ser o único responsável a definir ou organizar o conteúdo, pois o mesmo passa a contar com a participação dos alunos no processo (LEITE, 2015).

O Quadro 1, proposto por Siemens, demonstra as diferenças entre as teorias de aprendizagem apresentadas no texto, permitindo a reflexão sobre como o aprendizado ocorre, e de que maneira o uso da tecnologia influencia nesse processo.

Quadro 1– Diferenças entre teorias de aprendizagem

Propriedade	Behaviorismo	Cognitivismo	Construtivismo	Conectivismo
Como ocorre a aprendizagem?	Caixa-preta Foco principal o comportamento observável.	Estruturado, Computacional.	Significado social, criado por cada aluno (pessoal).	Distribuídos dentro de uma rede social, tecnologicamente avançada, reconhecendo e interpretando padrões.
Que fatores influenciam a aprendizagem?	Natureza da recompensa, a punição, os estímulos.	Esquema existente, experiências anteriores.	Engajamento, participação, social e cultural.	Diversidade da rede, força dos laços.
Qual o papel da Memória?	A memória é “a fiação” de experiências repetidas – onde recompensa e punição são mais influentes.	Codificação, armazenamento, recuperação.	Conhecimento prévio remixado para o contexto atual.	Padrões adaptativos, representando o estado atual, existentes em redes.
Como ocorre a transferência?	Estímulo, resposta.	Duplicando constrói conhecimento de “conhecedor”	Socialização	Conectando (adicionando) links
Que tipos de aprendizagem são mais bem explicados por esta teoria?	Baseado em tarefas de aprendizagem.	Raciocínio, objetivos claros, resolução de problemas.	Social, vago (mal definidos).	Aprendizagem complexa, núcleo em rápida mudança, diversas fontes de conhecimento.

Fonte: Siemens (2004)

2.1 Os softwares educativos no ensino de Química

O professor, ao incluir o computador em sua prática pedagógica, necessita avaliar e escolher um software que possa ser usado conforme a realidade de sala de aula. Na concepção de Vieira (2010), avaliar um software significa questionar se o programa pode ser usado em sala de aula e se o mesmo, contribui para que o aluno construa o seu conhecimento.

O uso de critérios avaliativos pode direcionar a escolha do programa que será utilizado em uma proposta de ensino. Silva (2007) destaca os critérios para a avaliação de um software: parte pedagógica, operação do programa e resultado dos alunos.

Para utilizar um software educativo, estará aplicando em uma situação de ensino-aprendizagem. Portanto, o primeiro critério a ser considerado na avaliação seria identificar qual concepção teórica de aprendizado norteia o programa analisado. A teoria comportamentalista define que o aprendizado ocorre quando se exibe um comportamento apropriado, ou seja, se a informação foi memorizada, podendo ser repetida. O reforço positivo para as respostas corretas e reforço negativo é usado para as respostas incorretas.

A teoria construtivista define que o aprendizado ocorre quando o conhecimento construído é agrupado aos esquemas mentais do aluno em uma situação desafiadora e problematizadora. Em um processo construtivo o “erro” não é punido, mas sim, considerado como uma fonte de aprendizado para que o aluno construa seus conceitos. Um programa que se encontra em uma proposta educativa tem de considerar a participação do professor como um facilitador de aprendizagem e, dentro do contexto construtivista, permitir ao aluno aprender com os próprios erros (VIEIRA, 2010).

Os softwares educacionais podem ser classificados de acordo com o objetivo a que se propõe. Assim, Leite (2015, p. 176) relaciona alguns tipos:

- a) Tutoria: programa no qual a informação é organizada de acordo com uma sequência pedagógica particular. Procuram ensinar controlando o processo de aprendizagem e de acordo com o tempo que o aluno leva para aprender;
- b) Exercícios e práticas: programa baseado em perguntas e respostas, normalmente utilizado para revisar material já estudado;
- c) Programação: software onde o aluno programa o computador;

- d) Aplicativos: incluem processadores de texto, planilhas eletrônicas, etc.;
- e) Multimídia: utilizam áudio, imagem e texto em suas funções;
- f) Simulação: simulam situações reais, que sem o uso do computador dificilmente poderiam ser trabalhadas pelos alunos, com a mesma qualidade e realismo nas formas tradicionais de ensino.

No que concerne à categoria de simuladores, pode-se adicionar o conceito de modelagem, onde o aluno escolhe o objeto de estudo e o mesmo elabora um modelo (uma molécula, por exemplo) que será construído e representado no ambiente computacional. Conhecer os diferentes tipos de softwares educativos, facilitará a escolha do professor, de acordo com os objetivos propostos em sua prática docente (VALENTE, 1999).

O último critério a ser avaliado é o técnico, que será fundamental durante o processo de utilização do software pelos professores e alunos. Ramos (2005) destaca a importância de avaliar esse critério, desde que a avaliação pedagógica esteja em primeiro plano, abordando alguns aspectos, tais como: acesso à informação para o usuário, tempo de resposta do programa e a correção de erros cometidos pelo usuário.

Outros detalhes técnicos, a exemplo da acessibilidade ao fabricante, acesso direto na Internet e possibilidade de uso em diversos sistemas, foram destacados por Melo (2011). A partir dos trabalhos de Alves et al. (2004) foi construída a tabela de avaliação para os softwares MarvinSketch e ChemSketch, na qual foram abordados dez tópicos relacionados ao contexto técnico.

O professor, no exercício do seu papel em sala de aula, precisa escolher os critérios que considere relevantes à escolha de um software educativo e que contextos de aprendizagem serão criados com o uso. Fino (2003, p.6) considera que a utilização do computador em contexto educativo deve permitir:

- a) Atividades situadas e significativas, que estimulem o desenvolvimento cognitivo, permitindo a ação, com a ajuda de um outro mais capaz, de um conhecimento mais elevado do que aquele que o aluno poderia aplicar sem assistência (Zona de Desenvolvimento Proximal) (VYGOTSKY, 2000).

- b) Que permita a colaboração, igualmente significativa em termos de desenvolvimento cognitivo, entre aprendizes empenhados em realizar a mesma tarefa e estimule a troca de informações;

- c) Que estimule a intervenção do aprendiz como agente metacognitivo, o que acontece quando o aprendiz atua como tutor;
- d) Que permita a criação de objetos que sejam compartilhados com os outros;
- e) Que favoreça a negociação social do conhecimento que é o processo pelo qual, os aprendizes formam e testam suas construções em diálogo com outros indivíduos e a sociedade em geral.

2.2 Material instrucional para o ensino de Química

O uso de materiais didáticos digitais no processo de ensino pode contribuir para diminuir a dificuldade de compreensão de conteúdos da química, como também simular experimentos através de laboratórios virtuais. Segundo Santos; Wartha e Silva Filho (2010) as dificuldades de compreensão podem ser reduzidas com o uso de *softwares* específicos, por exemplo, um programa que permita a construção e manipulação de moléculas em três dimensões, que podem ser usados no processo de ensino-aprendizagem de química.

2.2.1 Hipermídia

A hipermídia faz parte de uma base de dados que permite o rápido acesso, recuperação e atualização das informações que podem ser acrescidas de recursos de som e imagem (VIEIRA, 2010 apud SANTOS; WARTHA; SILVA FILHO, 2010). A informação será apresentada na forma digital a partir de interligações feitas por “links” em que o usuário pode escolher entre os vários caminhos para consultar o conteúdo disponível (VALENTE, 1999).

De acordo com Leite (2015) o material classificado como hipermídia deve ser interativo, permitindo a ação de várias pessoas sobre o material disponível, e fazer uso de múltiplas linguagens como o uso de animações ou simulações, o autor citou alguns exemplos relacionados aos conceitos de cinética química, modelos atômicos, ligações químicas e eletrolise. O sucesso da hipermídia está relacionado com a motivação do usuário ao utilizá-la quando se prioriza a facilidade de navegação.

2.2.2 Aplicativos

Nos dias atuais, o uso de *Tablets* e *Smartphones* com conexão sem fio e interface sensível ao toque, somados à utilização de diferentes aplicativos, proporcionaram mudanças na interação com o conhecimento, despontando como novas possibilidades de modernização nos processos de ensino (NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Os dispositivos móveis e a oferta crescente de aplicativos permitem o desenvolvimento do *mobile learning*. Assim, o aprendizado é baseado na mobilidade dos estudantes, que podem estar distantes uns dos outros ou do espaço escolar. O uso de tais ferramentas no ensino de Química pode gerar oportunidades que não eram acessíveis à sala de aula (simulação de uma reação) e melhorar a compreensão dos fenômenos químicos nas dimensões macroscópica, submicroscópica e simbólica (GIORDAN, 2008 apud NICHELE; SCHLEMMER, 2014).

Leite (2015) selecionou aplicativos da plataforma *Google Play Store* disponíveis para o ensino de Química e encontrou as seguintes categorias: Tabela Periódica, Cálculos Químicos, Quiz de Química, Jogos, Dicionários Químicos, Nomenclatura, Fórmulas Químicas, Reações Químicas, Físico-Química e Orgânica. Nichele e Schlemmer (2014) ao analisarem os aplicativos disponíveis na *App Store* (*Apple*) observou que os temas mais recorrentes foram: Tabela Periódica, Ligações Químicas e Química Orgânica. O uso de dispositivos móveis e aplicativos conforme pesquisado pelas autoras, promovem melhorias no processo ensino-aprendizagem de química, desde que associadas às metodologias de ensino que estimulem a mediação pedagógica e promova, tanto aprendizagens individuais, quanto pela interação e colaboração em grupos.

Os aplicativos no ensino de química oferecem novas possibilidades para explorar os conceitos químicos, o professor tem várias opções e pode escolher a ferramenta mais adequada para a sua realidade de ensino. Os aparelhos portáteis (telefones celulares e *tablets*) tão presentes na nossa realidade podem ser utilizados na sala de aula e fora dela como ferramentas de aprendizado característica principal do *mobile learning*.

2.2.3 Vídeos

A cultura de produção e exibição de vídeos (*YouTube*) predomina na sociedade e na Internet, sendo encontrada em vários contextos. Na perspectiva de Leite (2015), o vídeo é uma poderosa ferramenta pedagógica que pode ser inserida no ensino de química, para introduzir, motivar, ilustrar ou concluir um processo de ensino e demonstrar fenômenos ou experimentos que não possam ser realizados.

A utilização do vídeo permite o uso de palavras e imagens, muitas vezes mais atrativas e persuasivas que a explicação do docente, propiciando resultados melhores do que o livro ou uma aula expositiva (MARCELINO JR et al, 2004). No entanto, o uso do vídeo por si só, não será suficiente para ocorrer uma aprendizagem significativa, é necessária a presença do professor como mediador no processo de ensino-aprendizagem, que fará a seleção e a escolha do momento adequado para utilizar essa ferramenta (SILVA et al., 2012).

A utilização do vídeo no ensino de química pode trazer contribuições para o processo podendo ser usado para introduzir uma temática e gerar questionamentos após a exibição. Os professores podem explorar a produção de vídeos de autoria própria como também incentivar os alunos a usar essa ferramenta em trabalhos escolares sob sua orientação.

O conhecimento das teorias de aprendizagem associadas ao uso das TIC dá subsídios ao professor na escolha das ferramentas tecnológicas que serão utilizadas no processo de ensino. Houve um aumento na quantidade de programas disponíveis como também nas possibilidades de uso onde o docente fará suas escolhas de acordo com critérios pedagógicos (mais importantes), técnicos e que contexto de aprendizagem serão criados. O uso da tecnologia no presente trabalho foi pensando para que os alunos tenham um desenvolvimento cognitivo e interajam com os colegas e docente na construção do conhecimento.

CAPÍTULO III

DIRETRIZES METODOLÓGICAS

3.1 Caracterização da pesquisa

A pesquisa científica pode ser definida como um método utilizado para obtenção de respostas à problemas ou fenômenos. Tratou-se de um estudo de caráter quali-quantitativo, tendo em vista que o primeiro leva em consideração a existência de uma relação mais dinâmica entre o mundo real e o sujeito, sendo descritivo e utilizando o método indutivo.

Na concepção de Godoy (2007), a pesquisa qualitativa parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada que procura compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos da situação em estudo. Enquanto que a pesquisa de natureza quantitativa se traduz em números, opiniões e informações para classificá-los e organizá-los, utilizando métodos estatísticos, com a representação dos resultados, geralmente em gráficos (GIL, 2008).

Na concepção desse mesmo autor, o processo de pesquisa recorre à metodologia sistemática, no sentido de transformar as realidades observadas a começar da compreensão, conhecimento e compromisso para a ação dos elementos envolvidos na pesquisa, sendo classificada:

- a) Quanto aos objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, e visa proporcionar uma maior familiaridade com o problema para torná-lo explícito ou construir hipóteses, utilizando pesquisas bibliográficas e estudos de caso;
- b) Do ponto de vista da finalidade a pesquisa pode ser classificada como aplicada, pois tem como intuito a análise de softwares e seu impacto na aprendizagem dos alunos;
- c) Do ponto de vista dos procedimentos de coleta de dados a pesquisa pode ser classificada como pesquisa-ação, pois o pesquisador esteve envolvido de forma cooperativa estimulando os participantes a fazerem relações entre teoria e prática.

O pesquisador, quando participa na ação, traz consigo uma série de conhecimentos que serão o substrato para a realização da sua análise reflexiva

acerca da realidade e os elementos que a integram. A reflexão sobre a prática implica em modificações no conhecimento do pesquisador.

Destarte, o estudo propôs analisar de que forma os softwares de desenho de estruturas e nomenclatura de compostos químicos auxiliam na prática pedagógica e no processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica no Ensino Médio.

A pesquisa ocorreu através das seguintes etapas:

a) Consulta de periódicos, artigos, livros, revistas sobre tecnologias e o ensino de química em particular sobre os programas MarvinSketch e ChemSketch e suas aplicações;

b) Realização de uma oficina com alunos da Licenciatura em Química da Universidade Estadual da Paraíba – UEPB para apresentação, uso e avaliação (por meio de questionário) dos programas MarvinSketch e ChemSketch;

c) Elaboração e aplicação de uma proposta didática para o estudo de cadeias carbônicas e funções orgânicas, com alunos do Ensino Médio do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte (IFRN) utilizando o programa MarvinSketch;

d) Aplicação de uma avaliação acerca dos conteúdos estudados na proposta didática com os alunos do Ensino Médio.

3.2 Descrição dos ambientes e perfil dos participantes

A proposta com o uso do MarvinSketch e ChemSketch foi apresentada na Oficina Pedagógica de Química da UEPB, localizada na cidade de Campina Grande-PB. Participaram do estudo, dezoito alunos da Licenciatura em Química. No entanto, apenas catorze responderam o questionário da disciplina de Recursos Audiovisuais. Destes, 57,43 % do gênero feminino e 42,57 % masculino, com faixa etária entre 19 a 37 anos e tempo de curso variando entre o 1º e 9º período. Todos os participantes preencheram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (Apêndice B). Após isso, foi elaborada uma proposta de ensino com o uso do programa MarvinSketch composta por conteúdos de cadeias carbônicas e funções orgânicas para alunos secundaristas, em que analisou-se as contribuições do software no processo de ensino. Em seguida, elaborou-se o produto do mestrado profissional sobre o *software* MarvinSketch com o objetivo de torná-lo uma ferramenta a ser utilizada

pelos professores de Química em suas aulas ou na elaboração de materiais didáticos. A carga horária total da oficina totalizou 4 horas-aula, sendo duas horas para cada programa, onde ocorreu a demonstração de ferramentas e parte prática foi executada pelos alunos em computadores portáteis. A aplicação da proposta didática foi desenvolvida no IFRN – Campus Caicó. A instituição possui três laboratórios de informática, composto por mais de sessenta computadores, conectados à Internet e disponíveis para o desenvolvimento de atividades de ensino, pesquisa e extensão. Antes do início da pesquisa foi solicitada a autorização ao Diretor Acadêmico, conforme o Termo de Autorização Institucional (Anexo A). Em seguida os participantes foram informados acerca da pesquisa, a qual teve início após a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento (Apêndice C).

A escolha dos participantes realizou-se de forma aleatória, nas turmas de Técnico em Eletrotécnica Integrado do 2º período e Técnico em Informática Integrado do 6º período, totalizando trinta e seis alunos, sendo 48,6% do gênero feminino e 51,4 % masculino com faixa-etária entre 15 e 19 anos. O grupo participou das aulas no turno vespertino, ou seja, no contra-turno. A participação dos alunos menores ocorreu após mediante assinatura do Termo de Livre Consentimento Esclarecido pelos pais ou responsáveis (Apêndice C).

Os alunos foram separados em dois grupos, com carga horária total de 8 horas-aula para cada um, subdivididos em aula teórica, avaliação e prática, utilizando os programas MarvinSketch e ChemSketch.

3.3 Oficina acerca dos programas MarvinSketch e ChemSketch com os professores em formação inicial

O material produzido para a oficina resultou da revisão bibliográfica sobre os programas MarvinSketch e ChemSketch e objetivou apresentar as ferramentas básicas de cada programa para os professores em formação, que receberam os softwares instalados em seus computadores. Buscando uma melhor interação optou-se pela metodologia de apresentação – prática – discussão. Durante a execução da oficina foram realizadas duas apresentações em *PowerPoint*, uma para cada programa, no sentido de que os alunos pudessem conhecer as tecnologias e seguir um roteiro de estudo durante a atividade.

A atividade teve início com o tópico: “Construindo estruturas – ferramentas básicas”, quando foram utilizadas ferramentas básicas de construção de estruturas orgânicas, visualização de cadeias em duas e três dimensões e análise de propriedades, tais como: contagem atômica e fórmula percentual. A etapa seguinte teve um aspecto complementar de inserir ferramentas de desenho, a exemplo, um retângulo e texto para que pudessem ser destacadas informações ou detalhes das cadeias carbônicas construídas.

Com base no conhecimento das ferramentas de construção de estruturas, prosseguiu-se com os conceitos de funções, radicais e nomenclatura, onde os alunos fizeram a relação estrutura – nomenclatura; nomenclatura – estrutura e de que maneira os programas reagem à construção de estruturas pertencentes às funções orgânicas diferentes. Finalizando, discutiram os conceitos de propriedades físicas e suas relações, com os tipos de átomos presentes nas cadeias carbônicas, a isomeria plana e espacial, e a construção de reações orgânicas mais simples como a saponificação. Nesta última etapa, também foram demonstradas as “bibliotecas” de estruturas de aminoácidos, ácidos nucleicos e vitaminas.

Essas etapas foram executadas para os dois programas, com duas horas de execução em dias alternados, no sentido de que ao final das quatro horas, os professores em formação pudessem conhecer e preencher o questionário de avaliação dos programas.

3.4 Proposta didática para alunos do Ensino Médio

A proposta didática foi elaborada com ênfase nos Parâmetros Curriculares Nacionais e Orientações Curriculares para o Ensino Médio (BRASIL, 2006) sob a perspectiva construtivista do conhecimento, a partir das relações que o aluno estabelece no processo de ensino-aprendizagem. Os conceitos de mediação e interação, explorados nos estudos de Vygotsky (2000) foram utilizados como norteadores para o uso dos programas, com ênfase na teoria construtivista. Os alunos foram separados em dois grupos (A e B) e trabalharam os conteúdos de cadeias carbônicas e funções orgânicas.

3.4.1 Proposta didática – Grupo A (Método tradicional)

O grupo B, composto por 17 alunos, participou de atividades referentes à proposta didática, totalizando 8 horas-aula, conforme demonstra o Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição da proposta didática aplicada ao Grupo A

Etapas da proposta	Objetivos	Atividades realizadas
1 – Introdução a Química Orgânica e cadeias carbônicas (2h/aula).	- Mostrar o surgimento da Química Orgânica e suas aplicações; - Mostrar a relação dos conceitos de ligações químicas e montagem de cadeias carbônicas; - Classificar as cadeias carbônicas.	- Leitura e discussão do texto: “A Química do amor”; - Breve histórico da química orgânica: Bergman – Kekulé; - Construção e classificação de cadeias carbônicas; - Leitura e discussão do texto sobre Detergentes Biodegradáveis; - Lista de exercícios.
2 – Nomenclatura, funções orgânicas e propriedades físico-químicas (2h/aula).	- Trabalhar as regras de nomenclatura dos compostos orgânicos (IUPAC); - Mostrar como são formados os principais radicais orgânicos; - Reconhecer e nomear as estruturas pertencentes as principais funções orgânicas; - Identificar como os grupos atômicos podem influenciar nas propriedades físico químicas dos compostos orgânicos.	- Leitura e discussão do texto: Estrada tecnológica para o pré – sal; - Estudo das regras de nomenclatura a partir dos hidrocarbonetos; - Formação e representação dos principais radicais orgânicos; - Reconhecimento e nomenclatura dos principais grupos funcionais; - Discussão sobre as propriedades físico químicas das vitaminas C e A; - Lista de exercícios.
3 – Avaliação (2h/aula).	Verificação de aprendizagem dos conteúdos estudados.	Prova com 10 questões envolvendo os conteúdos estudados.
4 – <i>Software</i> de desenho de estruturas e nomenclatura de compostos químicos (2h/aula).	- Aprender a manipular as ferramentas básicas do programa <i>MarvinSketch</i>; - Aplicar os conhecimentos de cadeias carbônicas, funções e nomenclatura no software.	- Demonstração das ferramentas básicas do programa <i>MarvinSketch</i>; - Construção de estruturas e nomenclatura de compostos na interface do programa; - Respostas para um questionário on line.

Na proposta acima descrita utilizou-se a metodologia de ensino tradicional com uso das TICs. Após o processo de avaliação, como forma de revisão dos conteúdos estudados, os alunos seguiram o roteiro de aula (Anexo B) que continha os exercícios propostos para as duas primeiras etapas.

3.4.2 Proposta didática – Grupo B (Método inovador – uso das TIC)

O grupo A, composto por 19 alunos, participou de atividades referentes à proposta didática, totalizando 8 horas-aula, conforme demonstra o Quadro 3.

Quadro 3 – Descrição da proposta didática aplicada ao Grupo B

Etapas da proposta	Objetivos	Atividades realizadas
1 – Introdução a Química Orgânica e cadeias carbônicas (2h/aula).	- Mostrar o surgimento da Química Orgânica e suas aplicações; - Mostrar a relação dos conceitos de ligações químicas e montagem de cadeias carbônicas; - Conhecer e aplicar as ferramentas do programa <i>MarvinSketch</i>; - Classificar as cadeias carbônicas.	- Exibição e discussão sobre o vídeo “A química do amor”; - Breve histórico da química orgânica: Bergman – Kekulé; - Apresentação e aplicação das ferramentas do programa <i>MarvinSketch</i>; - Construção e classificação de cadeias carbônicas; - Leitura e discussão do texto sobre Detergentes Biodegradáveis; - Lista de exercícios (Feitos com o programa <i>MarvinSketch</i>).
2 – Nomenclatura, funções orgânicas e propriedades físico-químicas (2h/aula).	- Trabalhar as regras de nomenclatura dos compostos orgânicos (IUPAC); - Mostrar como são formados os principais radicais orgânicos; - Reconhecer e nomear as estruturas pertencentes as principais funções orgânicas; - Utilizar as ferramentas do <i>MarvinSketch</i> para construir e nomear cadeias carbônicas; - Identificar como os grupos atômicos podem influenciar nas propriedades físico químicas dos compostos orgânicos.	- Leitura e discussão do texto: Estrada tecnológica para o pré – sal; Estudo das regras de nomenclatura a partir dos hidrocarbonetos; - Formação e representação dos principais radicais orgânicos; - Reconhecimento e nomenclatura dos principais grupos funcionais; - Criação de grupos funcionais e estruturas usando o software <i>MarvinSketch</i>; - Discussão sobre as propriedades físico químicas das vitaminas C e A; - Lista de exercícios (realizados no software).
3 – Avaliação (2h/aula).	Verificação de aprendizagem dos conteúdos estudados.	Prova com 10 questões envolvendo os conteúdos estudados.
4 – <i>Software</i> de desenho de estruturas e nomenclatura de compostos químicos (2h/aula).	- Aprender a manipular as ferramentas básicas do programa <i>ChemSketch</i>; - Aplicar os conhecimentos de cadeias carbônicas, funções e nomenclatura no software.	- Demonstração das ferramentas básicas do programa <i>ChemSketch</i>; - Construção de estruturas e nomenclatura de compostos na interface do programa; - Respostas para um questionário on-line.

Observa-se que na proposta descrita utilizou-se a metodologia de ensino com o uso das TICs durante todo o processo. No entanto, o tópico quatro demonstra que as atividades foram desenvolvidas por meio de outro software, permitindo assim, que os educandos ao mesmo tempo, explorassem essa nova ferramenta e

revisassem os conceitos. Os alunos seguiram o roteiro de aula (Anexo B) que continha os exercícios propostos para as duas primeiras etapas.

3.5 Instrumentos de coleta de dados

Serviram de instrumentos dois questionários (I e II) compostos por perguntas abertas e semiestruturadas, em que esta última é constituída basicamente de perguntas fechadas, apresentando uma série de possíveis respostas, abrangendo vários aspectos do mesmo assunto. A combinação de respostas múltiplas com as respostas abertas possibilita mais informações sobre o assunto, sem prejudicar a tabulação.

O questionário I – elaborado para os professores em formação inicial, objetivou traçar o perfil dos participantes, relacionados a idade, gênero, tempo de curso, compreensão de textos na língua inglesa e uso do computador. Dando continuidade, a ferramenta explorou o conhecimento dos alunos sobre teorias de aprendizagem e uso dos programas em situações de ensino-aprendizagem, quando de forma reduzida o aluno de Licenciatura realizou uma espécie de avaliação pedagógica das ferramentas apresentadas na oficina (Apêndice A).

No que se refere à avaliação técnica, optou-se por uma tabela composta por dez quesitos a serem avaliados, conforme a Escala de Likert, disponibilizando opções de 1 a 5 para cada software apresentado, relacionadas à prática com a utilização do MarvinSketch e ChemSketch. A última pergunta do questionário indagava aos futuros professores, opiniões acerca da metodologia aplicada na oficina, os conceitos químicos que poderiam ser explorados e a possibilidade dos mesmos utilizarem os programas propostos na prática pedagógica.

O questionário II (on-line) respondido pelos alunos do Ensino Médio através do Google, permitiu conhecer as percepções dos mesmos acerca da proposta didática aplicada. A opção por esse tipo de questionário ocorreu devido os participantes estarem conectados ao computador, utilizando as ferramentas MarvinSketch e ChemSketch, facilitando o preenchimento e armazenamento das respostas coletadas (Anexo C).

O instrumento de avaliação da proposta didática, aplicado aos grupos A e B (Apêndice D), propôs analisar o aprendizado dos alunos quanto aos conteúdos de

cadeias carbônicas e funções orgânicas. As questões escolhidas foram baseadas conforme o roteiro do Quadro 4.

Quadro 4 – Descrição das questões de avaliação e conteúdos abordados

Questões	Conceitos abordados
1 e 2	▪ Fórmula molecular, construção e classificação de cadeias carbônicas
3	▪ Diferença entre um composto orgânico e inorgânico
4,8 e 9	▪ Identificação de grupos funcionais e nomenclatura
5 e 6	▪ Cadeias carbônicas, forças inter-moleculares e propriedades físico-químicas
7	▪ Radicais, cadeia carbônicas e nomenclatura
10	▪ Nomenclatura, fórmula estrutural, fórmula molecular e classificação da cadeia carbônica.

O instrumento de avaliação totalizava um valor de 100 (cem) pontos, divididos de forma igualitária entre as 10 (dez) questões propostas. As respostas dos alunos foram analisadas e agrupadas nos seguintes tipos: correta; correta parcial (nas questões subjetivas); incorreta e não respondida.

Os dados coletados forneceram respostas sobre o aprendizado dos tópicos abordados na proposta didática, e a partir da comparação entre os grupos, estabeleceu-se a influência do uso da ferramenta MarvinSketch no processo ensino-aprendizagem do Grupo B.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As informações relacionadas aos softwares, professores em formação inicial e alunos do Ensino Médio, estão descritas de forma sequencial: 1) Escolha dos programas *MarvinSkech* e *ChemSketch* como recurso pedagógico; 2) Aplicação da oficina, quanto aos softwares escolhidos pelos professores em formação inicial; 3) Avaliação dos alunos participantes da oficina em relação a metodologia utilizada; 4) Avaliação pedagógica e técnica dos programas apresentados na oficina; 5) Aplicação da proposta didática com os alunos do IFRN (Grupos: A e B); 6) Resultados obtidos pelos alunos dos Grupos (A e B) no instrumento avaliativo; 7) Avaliação dos alunos do Ensino Médio sobre a proposta didática e os programas apresentados.

4.1 Softwares ChemSketch e MarvinSketch como recursos pedagógicos no ensino de Química Orgânica

Dentre as opções de softwares que poderiam ser utilizados como ferramentas no processo de ensino aprendizagem da química orgânica foram selecionados os programas ChemSketch e MarvinSketch por possuírem características semelhantes, opção de versão gratuita para *download* e permitir a relação entre as estruturas desenhadas e suas respectivas nomenclaturas.

O software ACD/ChemSketch freeware (2015), desenvolvido pela empresa ACD/LABS é um programa que permite a construção de fórmulas (estrutural e molecular) e nomenclatura de acordo com as regras da IUPAC (2015). Com o uso dessa ferramenta é possível desenhar estruturas com visualização em 2D e 3D, assim como, realizar cálculos de fórmula molecular, massa molecular e distância entre ligações químicas (LEITE, 2015).

Na concepção desse mesmo autor, o ChemSketch, viabiliza oportunidade de ensino de conceitos químicos a alunos do Ensino Médio, Técnico, Graduação e Pós-graduação, para pesquisas e publicações científicas. O programa disponibiliza uma “biblioteca” de estruturas (carboidratos e ácidos nucleicos), vidrarias de laboratório, projeções de Newman que podem ser usados no estudo dos conceitos de cadeias

carbônicas, funções orgânicas, isomeria e reações químicas. A Figura 1 exibe a página inicial do ChemSketch com a fórmula estrutural da Vitamina C.

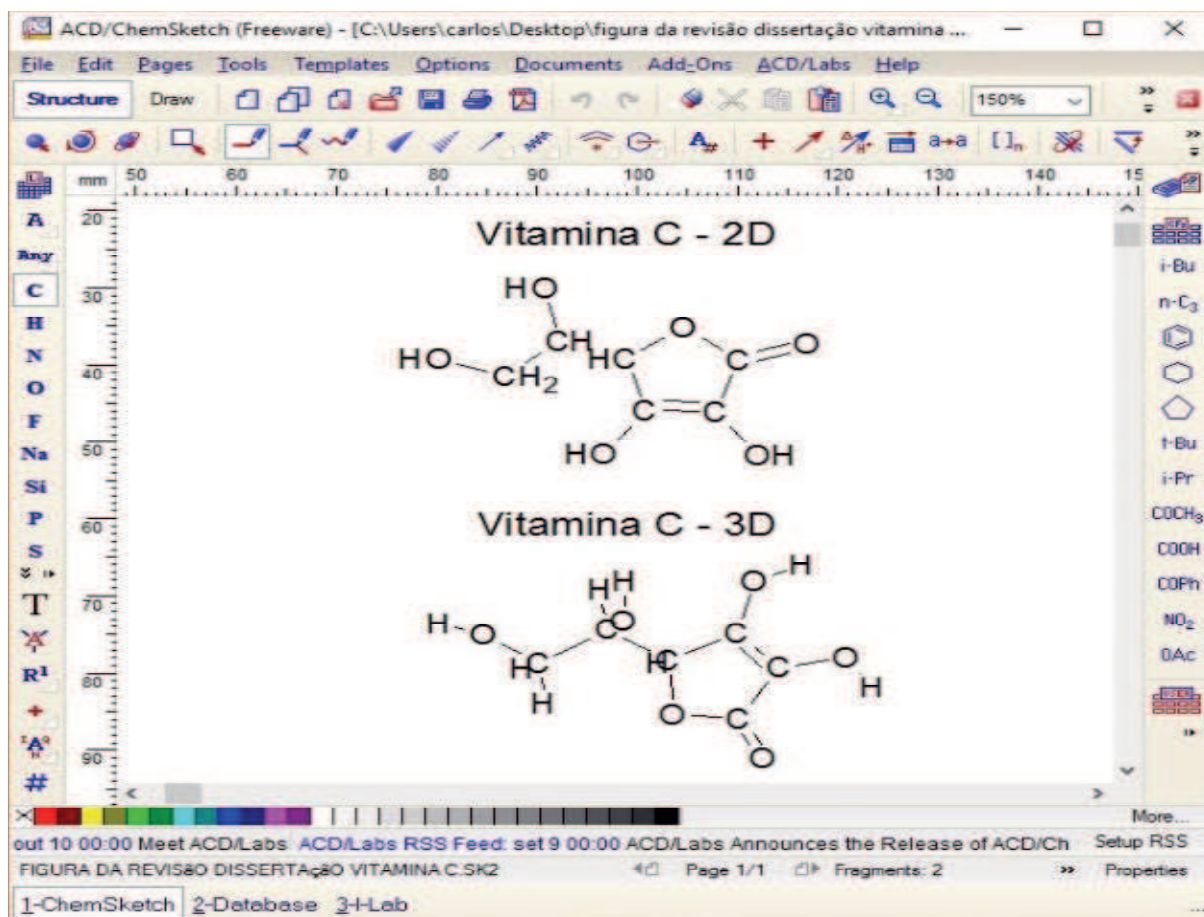


Figura 1 – Visualização em 2D e 3D da vitamina C no ACD/CHEMSKETCH

Nessa Figura, o usuário do programa construiu a molécula de vitamina C a partir das ferramentas de estrutura oferecidas pelo ChemSketch. Em seguida, copiou a molécula para que pudesse utilizar a opção de visualizar a molécula em 3 dimensões, o que possibilita a melhor compreensão do composto orgânico, do ponto de vista da ligação entre os átomos e a posição espacial.

As informações sobre a vitamina C colocadas acima de cada estrutura foram construídas com a ferramenta de texto, disponibilizada pelo programa. As fórmulas estruturais da vitamina C, conforme apresentado, foram levadas para o ACD/3D Viewer que faz parte do pacote de ferramentas do Chemscketch. A Figura 2 exibe a página inicial do 3D Viewer com a fórmula estrutural da vitamina C em 3 dimensões.

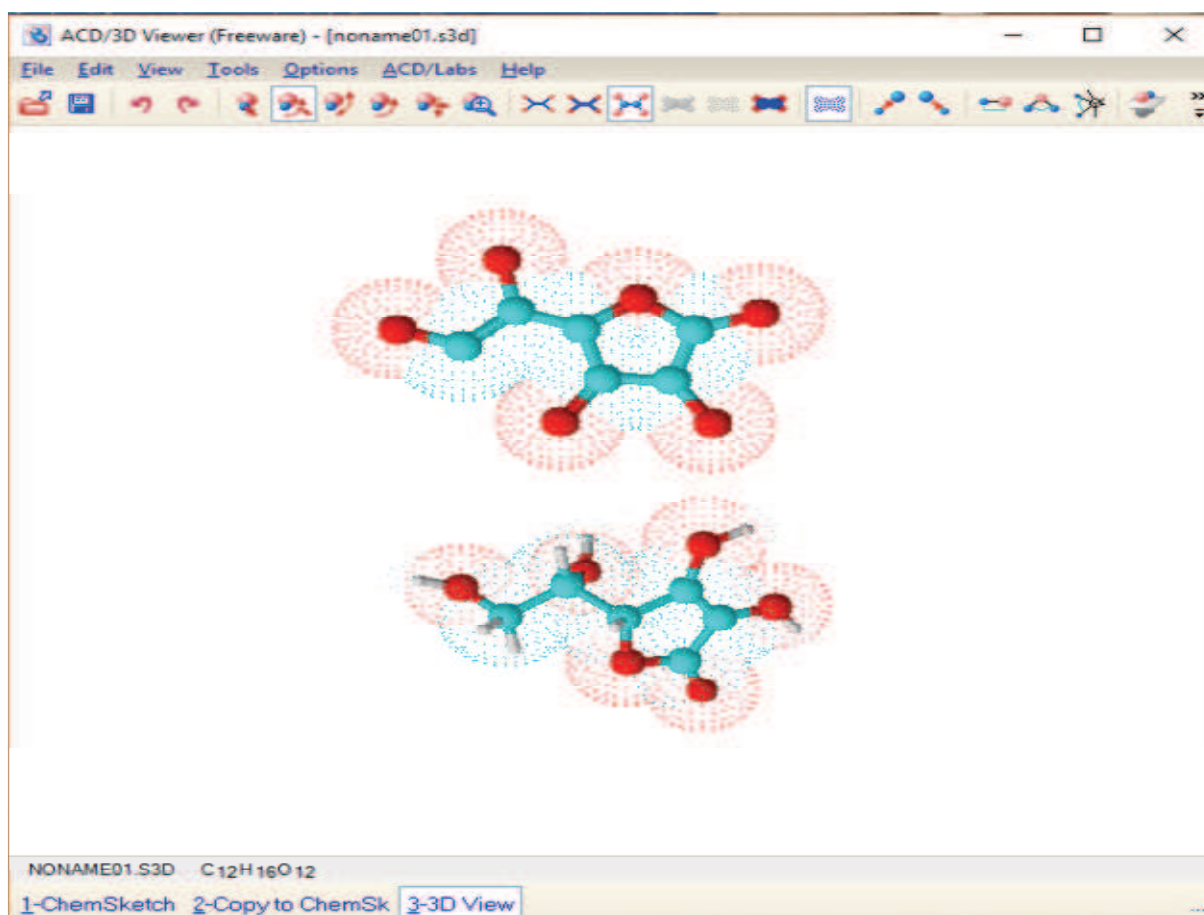


Figura 2 – Visualização de duas moléculas de vitamina C no ACD/3D viewer

Na Figura 2 o usuário explorou a visualização em 3 dimensões com o acréscimo de recursos de cores e “pontos”, explorando propriedades em eletronegatividade (o maior valor na cor vermelha) e forças intermoleculares.

A segunda estrutura apresenta os átomos de hidrogênio e suas ligações covalentes, ao contrário da primeira, apresenta apenas os átomos de carbono e hidrogênio. As ligações covalentes duplas, visualizadas no ChemSketch não foram evidenciadas no 3D Viewer.

A Figura 3 mostra a tela do ChemSketch com a reação de neutralização entre um ácido carboxílico e o hidróxido de sódio, e equipamentos utilizados em uma titulação.

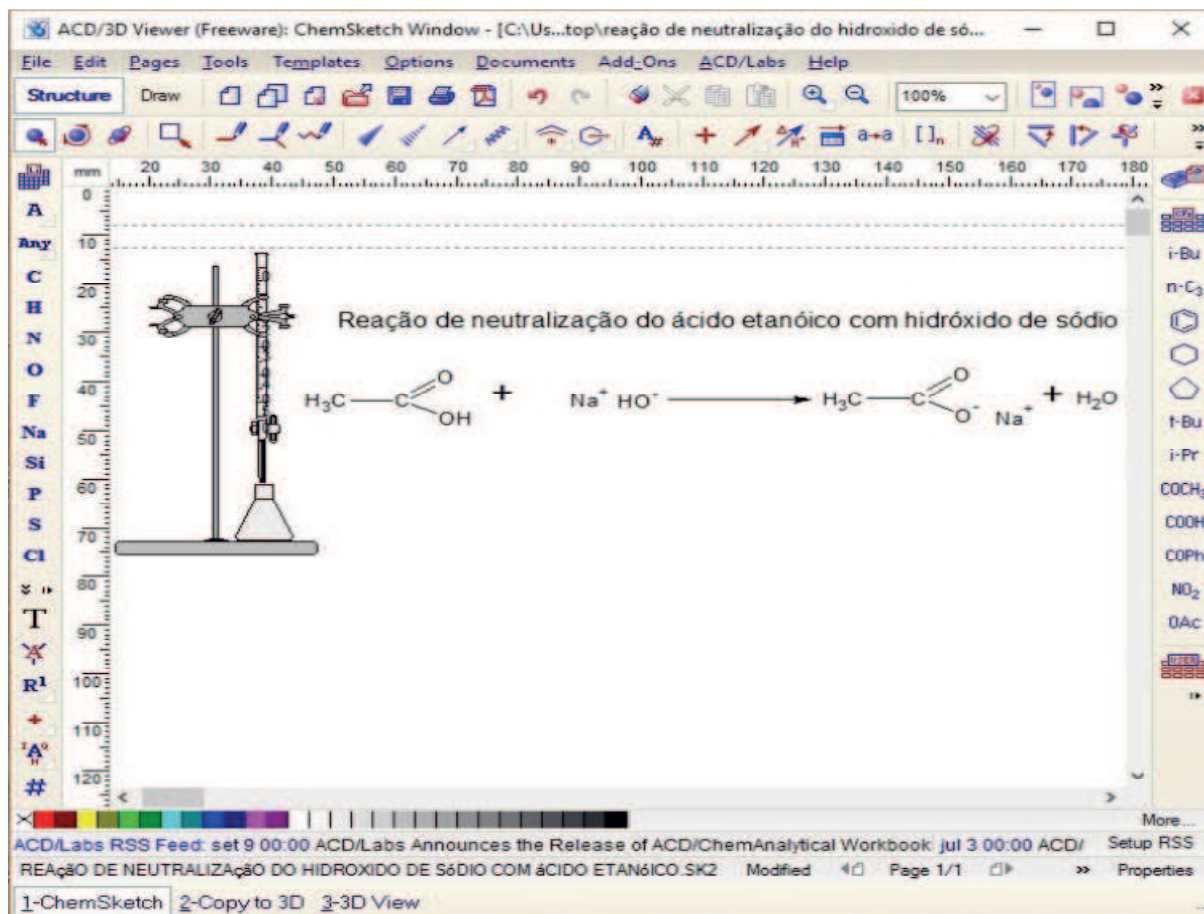


Figura 3 – Equipamentos de laboratório em uma reação de neutralização no ChemSketch

Na figura acima apresentada, foram utilizadas as representações de equipamentos e vidrarias de laboratório disponíveis na “biblioteca” do programa, para ilustrar o processo de titulação entre um ácido etanóico e o hidróxido de sódio.

Os elementos de reação como seta e sinal referentes à soma foram introduzidos utilizando as ferramentas de reação química, aplicadas após o desenho das fórmulas estruturais. Francisco et al (2008) destaca o uso do ChemSketch por alunos e professores para a elaboração de artigos científicos, produção de relatórios, preparo de avaliações e lista de exercícios. O autor enfatiza que o uso do programa pode contribuir para melhor interatividade, devido à possibilidade de

rotação de moléculas em 3 dimensões, aguçando a compreensão dos conceitos de estereoquímica e reações orgânicas.

O software MarvinSketch pertencente ao pacote MarvinBeans é desenvolvido pela empresa CHEMAXON (2014). É um programa que permite a construção de fórmulas (estrutural e molecular) e nomenclatura de acordo com as regras da IUPAC. Com o uso dessa ferramenta é possível desenhar estruturas com uma visualização em 2D e 3D e realizar cálculos de fórmula molecular, massa molecular e acesso ao mecanismo de correção de erros de ligação e estrutura (CHEMAXON, 2014). O MarvinSketch é um programa utilizado há bastante tempo por profissionais da área de Farmácia, para a síntese e propriedades de novos compostos, e citado em vários trabalhos de pesquisa na área (BRUXEL et al., 2012; FERNANDES et al., 2013; TAVARES, 2016).

O pesquisador Evans (2013) em seu trabalho com Tecnologias Educacionais e Química Orgânica, relacionou o MarvinSketch dentro do conjunto de programas utilizados para a construção, visualização e manipulação de estruturas químicas. O programa conta com uma biblioteca de estruturas (carboidratos e vitaminas), permitindo assim, a importação de estruturas a partir da nomenclatura oficial (na língua inglesa) que pode contribuir no estudo de conceitos de cadeias carbônicas, funções orgânicas, isomeria e reações químicas. A Figura 4 exibe a página inicial do MarvinSketch com a fórmula estrutural da Vitamina C.

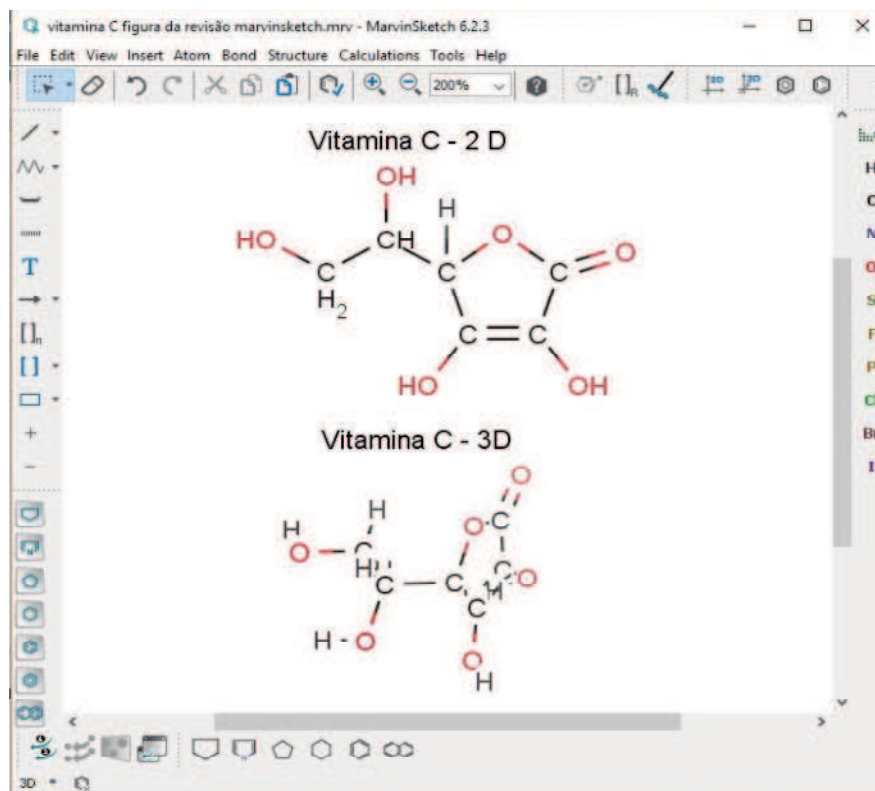


Figura 4 – Visualização em 2D e 3D da vitamina C no MarvinSketch

Na Figura 4 o usuário do programa construiu a molécula de vitamina C a partir das ferramentas de estrutura oferecidas pelo MarvinSketch. Em seguida, copiou a molécula para visualizar a molécula em 3 dimensões, para melhor compreensão do composto orgânico do ponto de vista da ligação entre os átomos e a posição espacial. As informações sobre a vitamina C de cada estrutura foram construídas com a ferramenta de texto disponibilizada pelo programa. As fórmulas estruturais da vitamina C, conforme apresentado foram levadas para o MarvinSpace, que faz parte do pacote de ferramentas do MarvinSketch. A Figura 5 demonstra a página inicial do MarvinSpace com a fórmula estrutural da vitamina C em 3 dimensões.

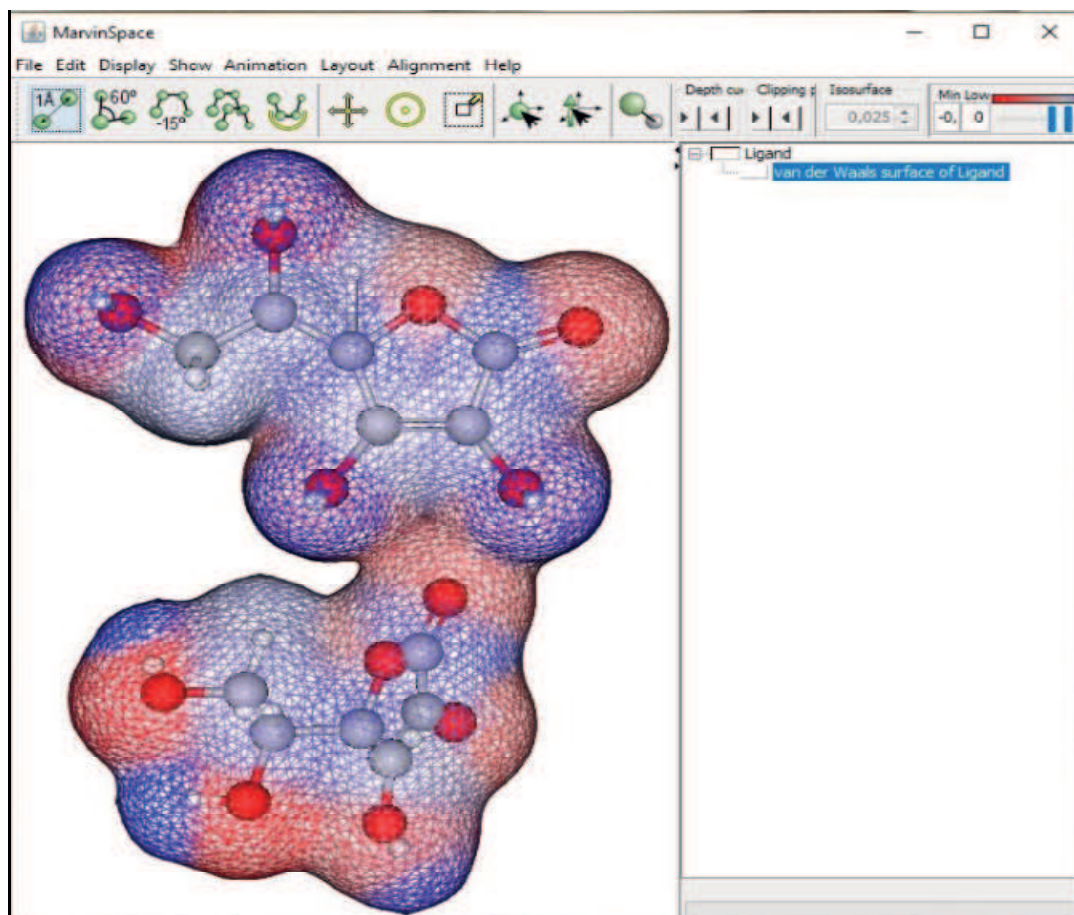


Figura 5 – Visualização de duas moléculas de vitamina C no MarvinSpace

Na Figura 5, as moléculas de vitamina C foram visualizadas no programa MarvinSpace em 3 dimensões com a aplicação de cores para diferenciação dos átomos e um efeito tipo “malha”, utilizado para destacar as propriedades relacionadas à eletronegatividade e forças intermoleculares. As duas estruturas, destacaram todos os átomos presentes no composto e a diferenciação entre ligação simples e dupla. A Figura 6 mostra a tela do MarvinSketch com a importação de uma nomenclatura (IUPAC) e a conversão na respectiva fórmula estrutural.

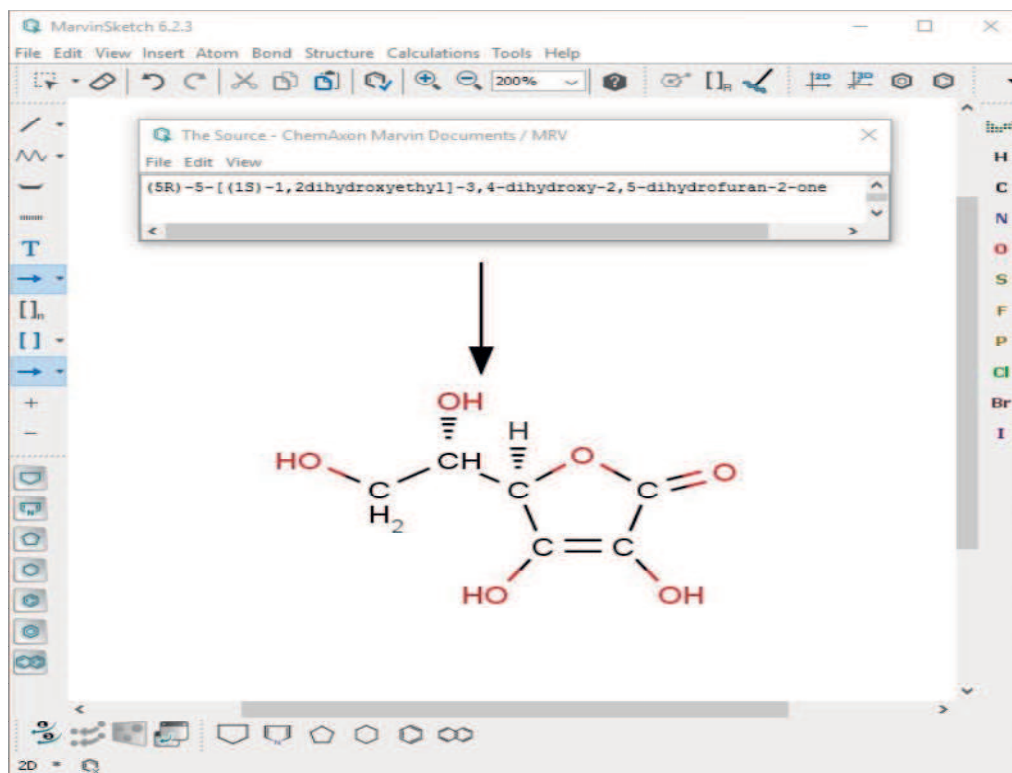


Figura 6 – Conversão da nomenclatura em fórmula estrutural no MarvinSketch

A Figura 6 demonstra a possibilidade de importação de compostos químicos, a partir de sua nomenclatura (língua inglesa) proveniente de páginas da Internet entre outros programas, a exemplo, Microsoft Word, de forma que o MarvinSketch produz a estrutura correspondente, mesmo em fórmulas mais complexas como uma cadeia de aminoácidos. O usuário ao produzir uma cadeia carbônica no MarvinSketch pode também, percorrer o caminho inverso ao descrito anteriormente, exportar a estrutura para outros programas ou pesquisar mais informações sobre o composto, em uma base de dados a partir do software.

4.2 Aplicação da oficina sobre os softwares escolhidos com os professores em formação inicial

O material produzido para a oficina, resultou da revisão bibliográfica sobre os programas MarvinSketch e ChemSketch, objetivando apresentar as ferramentas básicas de cada programa para os professores em formação inicial, que receberam os softwares instalados em seus computadores pessoais. A oficina foi elaborada conforme a metodologia de apresentação – prática – discussão, almejando promover a interação entre os participantes e o professor pesquisador. Para cada software, realizou-se uma apresentação em PowerPoint, abordando as principais

ferramentas de cada programa, observações e proposta de exercícios. Após apresentação dos tópicos, foi disponibilizado um espaço de tempo, para que os participantes aplicassem os comandos apresentados e fizessem questionamentos acerca da utilização dos programas. A discussão pós-prática ocorreu através de questionamentos, opiniões e sugestões de aplicação sobre os itens apresentados antes que fosse iniciado um novo tópico da oficina. A Figura 7 apresenta os alunos utilizando o programa MarvinSketch (MarvinSpace) durante a prática.



Figura 7– Alunos praticando a visualização de moléculas usando o MarvinSpace

Deu-se início a oficina com o tópico: “Construindo Estruturas – Ferramentas básicas”, quando foram utilizadas ferramentas básicas de construção de estruturas orgânicas, visualização de cadeias em duas e três dimensões e análise de propriedades, a exemplo, contagem atômica e fórmula percentual.

Na etapa seguinte ocorreu a inserção das ferramentas de desenho (um retângulo) e texto, para obtenção de informações ou detalhes das cadeias carbônicas construídas. A Figura 8 demonstra um dos sujeitos da pesquisa construindo a cadeia carbônica do butano, através dos recursos de texto e desenho.

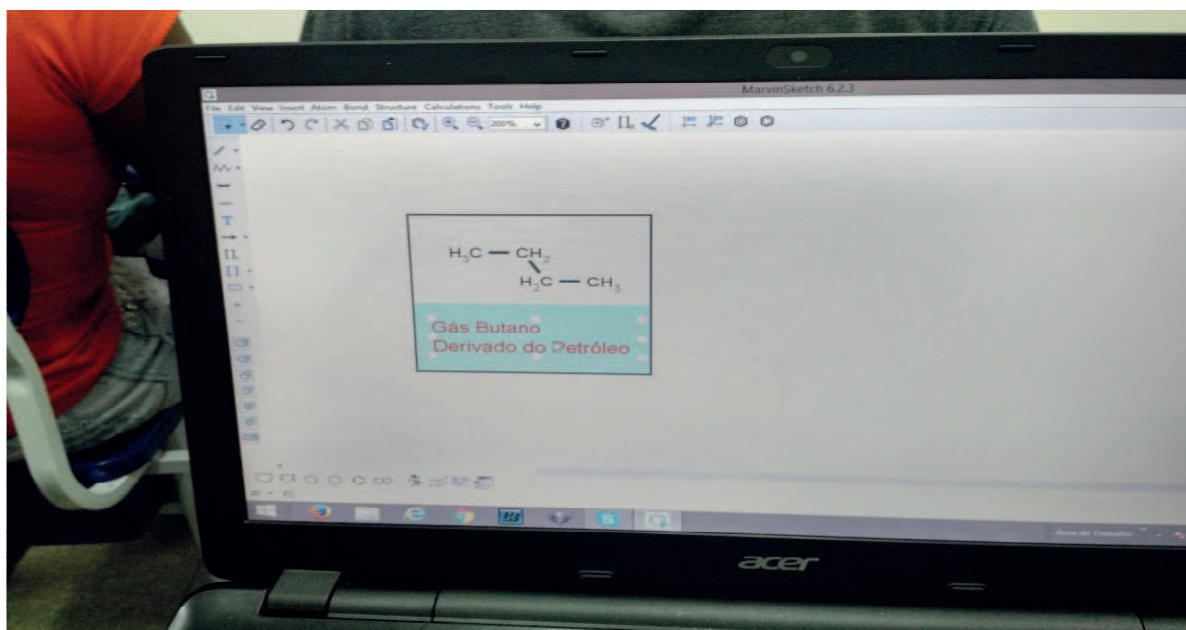


Figura 8 – Aluno inserindo texto e desenho à molécula do Butano no programa MarvinSketch

A partir dos conhecimentos descritos no tópico anterior, foram abordados os conceitos de funções e radicais. Durante essa etapa, os alunos construíram estruturas orgânicas e atribuíram a nomenclatura de acordo com a IUPAC. Assim, todos os comandos do programa e as nomenclaturas geradas pelo software, são apresentadas na língua inglesa.

Finalizando, foram discutidos os conceitos de propriedades físicas e suas relações com os tipos de átomos presentes nas cadeias carbônicas; a isomeria plana e espacial; construção de reações orgânicas mais simples; saponificação; apresentação da biblioteca de estruturas e recursos do MarvinSpace para moléculas em 3 dimensões, conforme apresenta a Figura 9.

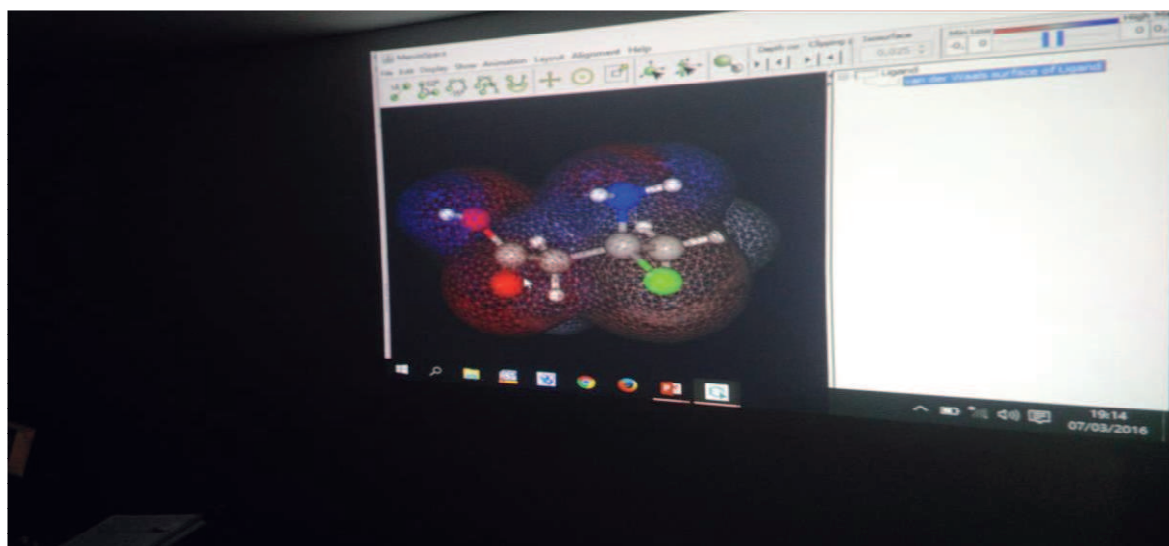


Figura 9 – Cadeia carbônica em 3 dimensões vista no MarvinSpace

Durante essa etapa, os participantes indagaram sobre vários tópicos do programa como por exemplo, a possibilidade de desenhar uma cadeia carbônica na forma tracejada; a existência de uma versão do programa para Tablet e a opção de diferenciar as cadeias carbônicas dos radicais.

A visualização e as cores da representação em 3 dimensões dos dois programas foram bastante elogiadas pelos estudantes, que destacaram a possibilidade do uso no estudo do tópico de isomeria na química orgânica. Apesar de alguns alunos possuírem conhecimento acerca do ChemSketch, a maioria demonstrou rapidez na construção de estruturas usando o MarvinSketch. A Figura 10 apresenta os alunos praticando no computador pessoal, a projeção de uma estrutura construída através do MarvinSpace.

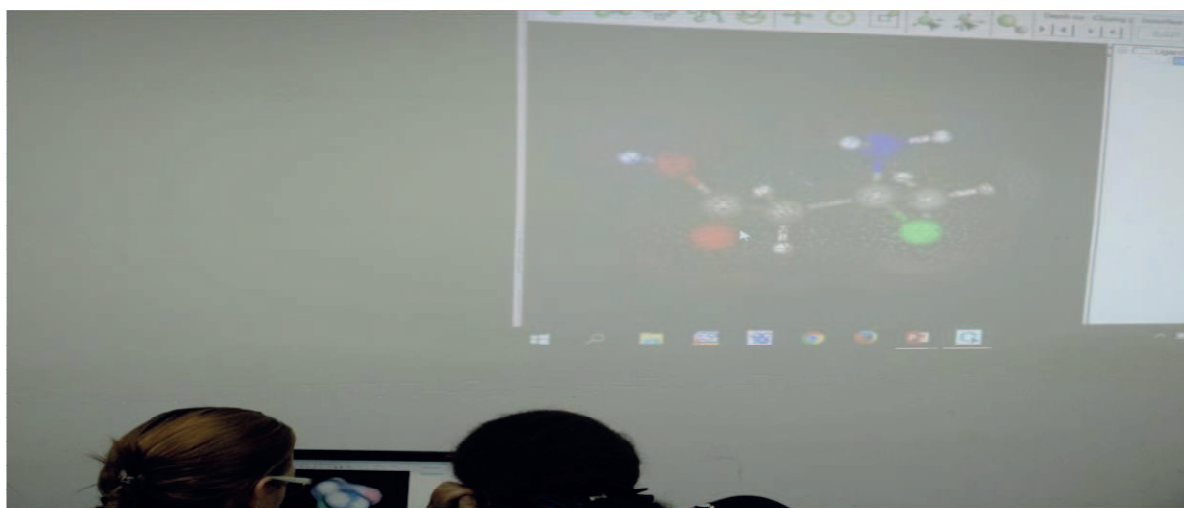


Figura 10 – Projeção de uma molécula no MarvinSpace e utilização do programa pelos alunos

4.3 Avaliação dos alunos participantes da oficina sobre a metodologia utilizada

A partir do questionário aplicado aos professores em formação (Apêndice A), buscou-se identificar dados sobre o uso do computador no ensino de química e a metodologia utilizada na oficina.

Sobre o uso do computador no ensino de Química, 100 % dos participantes afirmaram “SIM”, quanto ao uso dessa ferramenta no processo de ensino-aprendizagem, justificado pelo interesse dos alunos durante a aula e o fácil acesso dos alunos a dispositivos tecnológicos. A Tabela 1 a seguir apresenta as respostas sobre a estratégia de apresentação e a metodologia utilizadas na oficina.

Tabela 1 – Opinião dos alunos sobre a estratégia de apresentação e a metodologia utilizada na oficina

CATEGORIA 1: Opinião dos alunos sobre a estratégia de apresentação e a metodologia utilizada na oficina		
Subcategorias	%	Fala dos participantes
1.1. Sim. A metodologia foi clara e objetiva, proporcionando a interação dos alunos com o pesquisador.	7%	"Sim. A estratégia de apresentação e metodologia utilizada foram claras e objetivas as quais proporcionaram a interação do aluno com o pesquisador".
1.2 Sim. Pois, mostrou uma estratégia de aprendizado com as TICs.	14,29%	"Sim. É uma forma de aprender com o uso da tecnologia".
1.3. Sim. A metodologia conseguiu aliar teoria e prática facilitando a compreensão dos alunos.	64,29%	"Sim. Pois além de ter um momento teórico, com vídeos e slides, o professor orientou para que todos os alunos manuseassem o programa, para que na prática cada um venha a perceber detalhes e conhecer seus ícones de acesso".
1.4 Sim. Pois, o mini-curso teve um enfoque maior nos conceitos químicos do que apenas ensinar comandos.	14,29%	"Sim. Já que o mini-curso se deteu mais a ensinar a construção de estruturas químicas, do que os comandos usados para construir o programa".

Analisando as respostas contidas na Tabela 1 percebe-se que para 7% dos participantes, a metodologia utilizada na oficina é clara, objetiva e proporcionou a interação entre pesquisador e sujeitos da pesquisa; 14,29% ressaltaram a estratégia de aprendizado com o uso das TIC para o conteúdo de Química Orgânica; 64,29% afirmaram que a metodologia aliou teoria e prática, facilitando o aprendizado dos participantes; e 14,29% consideraram que a oficina proporcionou maior atenção aos conhecimentos químicos, colocando os comandos do programa em segundo plano. Esses dados revelam que a metodologia baseada em apresentação-prática-discussão, alcançou o objetivo de promover a interação entre os participantes e o pesquisador, facilitando assim, o aprendizado dos programas apresentados. Resultados semelhantes foram encontrados por Francisco et al. (2008) durante a avaliação de um curso introdutório ao ChemSketch, quando 100% dos participantes afirmaram que o conteúdo do curso, atendeu as expectativas e; 77 % classificaram como ótimo, destacando o aprendizado no uso da ferramenta. Costa et al. (2016) utilizaram o MarvinSketch como recurso metodológico e conseguiram resultados satisfatórios, quando a maioria, representada por 75% dos alunos, mostraram-se satisfeitos em realizar atividades através do programa.

4.4 Avaliação pedagógica e técnica sobre os programas apresentados na oficina

Para avaliação pedagógica dos programas MarvinSketch e ChemSketch como tecnologias a serem aplicadas ao ensino de química, formulou-se os seguintes questionamentos: 1) Que teoria de aprendizagem é identificada nos programas estudados? 2) Os softwares podem promover o interesse do aluno e gerar uma maior motivação em sala de aula? 3) Os programas apresentados podem contribuir na mediação dos conteúdos para a aprendizagem do aluno? 4) Quais dos dois programas, melhor apresenta a questão do “erro” e oferece oportunidade de aprendizado a partir da resposta incorreta? 5) Considerando uma proposta de ensino dos conteúdos de química orgânica, qual dos dois programas seria escolhido e por que? A Tabela 2 apresenta os resultados dessas indagações.

Tabela 2 – Opinião dos alunos sobre a teoria de aprendizagem dos programas aplicados

O professor que analisa um software educacional deve identificar a teoria de aprendizagem que orienta a sua construção, ou seja, deve ser baseado em uma teoria de como o aluno aprende. Qual teoria de aprendizagem você conseguiu identificar nos programas estudados a teoria construtivista (visão interacionista) ou teoria comportamentalista (visão empirista e racionalista)? Justifique.

Subcategorias	%	Fala dos participantes
1. Construtivista	85,71%	"Permite a interação professor e aluno facilitando a aprendizagem" "os alunos interagem mais com imagens em movimento e em 3 D".
2. Comportamentalista	7,14%	"Pois, vamos colocando em prática o que é visto e vamos tentando fazer novas experiências com mais entendimento do conteúdo".
3. Não respondeu	7,14%	***

Conforme os dados apresentados na Tabela 2, observa-se que a maioria dos participantes, 85,71%, identificou a teoria construtivista; 7,14 % identificaram a teoria comportamentalista e 7,14% não identificaram nenhuma teoria de aprendizagem, associada aos programas apresentados. Esses dados comprovam, que os professores em formação conseguiram identificar a teoria construtivista, como norteadora dos programas construtores de fórmulas e destacaram a interação promovida pelo uso dos softwares. Dando sequência, a Tabela 3 descreve a motivação dos alunos em utilizar os softwares.

Tabela 3 – Opinião dos professores em formação inicial sobre o interesse e motivação dos alunos ao usarem os softwares em sala de aula

Os softwares podem promover o interesse do aluno (Ensino Médio) e gerar uma maior motivação em sala de aula? Justifique.

Subcategorias	%	Fala dos participantes
1. Sim. Pois o uso do software desperta a curiosidade do aluno.	57,14%	"O uso de softwares gera curiosidade nos alunos do Ensino Médio, motivando-os e relação ao ensino tradicional".
2. Sim. Pois há uma maior aceitação da metodologia que utiliza as TICs.	14,29%	"Uma nova metodologia com recursos tecnológicos é bem recebida pelo aluno".
3. Sim. Pois facilitam a compreensão dos conteúdos.	14,29%	"Sim. Pois facilita o entendimento do conteúdo abordado".
4. Sim. Devido à construção e visualização de moléculas.	7,14%	"Pois permite a construção das moléculas, a visualização em 3 D e informações sobre estruturas".
5. Não. Pois a utilização de softwares no ensino de Química não é tão frequente.	7,14%	"Tendo em vista o ensino de química não levar muito para o lado da informática".

Perfazendo uma análise da Tabela 3 observa-se que a maioria das respostas, 92,86%, afirma que o uso dos softwares apresentados gera motivação em sala de aula, destacando-se a curiosidade dos alunos, aceitação dos discentes, construção das fórmulas e melhor compreensão do conteúdo. Evidenciou-se que 7,14% discordam com a motivação, devido uso reduzido de softwares nas aulas de Química regulares. Tais resultados corroboram com achados de estudos, obtidos por Melo (2009) em que 75% dos participantes confirmaram que a utilização dos softwares como ferramenta educacional, motiva o aluno. O'Sullivan e Hargaden (2014) relatam a aceitação do MarvinSketch pelos graduandos em farmácia, quando 93% alunos, afirmaram que o software contribuiu na aprendizagem dos conceitos de Química Orgânica. A Tabela 4 apresenta as opiniões dos participantes sobre os programas como ferramenta de aprendizagem.

Tabela 4 – Opinião dos professores em formação inicial sobre a mediação pedagógica dos programas e a aprendizagem dos alunos

Se considerarmos as cadeias carbônicas vistas em 2 D e 3 D nas plataformas MarvinSketch e ChemSketch, como símbolos e suas respectivas nomenclaturas e significado (de acordo com a obra de Vygotsky), na sua opinião a utilização das TIC's facilitará o processo de mediação desses conteúdos para a aprendizagem do aluno? Justifique.		
Subcategorias	%	Fala dos participantes
1. Sim. Pois promove a interação e motivação dos alunos	21,43%	"Facilitará, onde os alunos irão fazer as cadeias carbônicas e com a visualização em 2D e 3D fica mais clara, a utilização de imagens sempre ajuda principalmente em cadeias carbônicas".
2. Sim. Mas depende da forma como o professor usa o programa.	14,29%	"Sim. As TICs facilitam e muito a mediação desses conteúdos, mas para isso, o professor precisa ter um certo domínio sobre o software a ser utilizado com os alunos em sala de aula".
3. Sim. A visualização em 3 dimensões em conjunto com a nomenclatura aumenta as possibilidades de estudo das cadeias carbônicas.	57,14%	" Sim. Pois o aluno tem uma visão ampla da figura e de sua nomenclatura e não ficará com a imagem de um desenho feito no quadro"
4. Sim.	7,14%	***

Conforme os dados expostos na Tabela 4 (100%) dos participantes confirmaram que o uso dos programas é viável à mediação dos conteúdos, contribuindo assim, com a aprendizagem dos alunos; 21,43% reconhecem a interação e a motivação dos alunos; 14,29% afirmaram que a mediação somente ocorrerá se professor utilizar o programa com determinação; 57,14% destacaram a visualização em 3 dimensões como um fator determinante na mediação; e apenas 7,14 dos participantes não justificaram as respostas. Assim, percebe-se que os programas contribuem para um melhor entendimento das cadeias carbônicas, associadas à respectiva nomenclatura oficial, pois o fato de interagir com os símbolos em 3 dimensões e com os colegas durante a atividade, facilita a associação ao significado de cada estrutura, confirmando o que a teoria vigotskyana relata quando demonstra que, no processo ensino-aprendizagem a interação não deve ocorrer apenas entre pessoas, mas também, mediatizada por ferramentas sociais – desde os objetos até os conhecimentos (DUARTE, 1999).

No que concerne às opiniões dos professores sobre os possíveis “erros” dos programas e as opções dos mesmos, escolherem os softwares como propostas pedagógicas, encontram-se descritas nas Tabelas 5 e 6.

Tabela 5 – Opinião dos professores em formação inicial sobre o “erro” apresentado pelos programas e oportunidade de aprendizado

Como os programas apresentam o erro na construção de uma estrutura? Em quais dos softwares você percebe isso, de forma mais clara e lhe fornece uma oportunidade de aprendizado ao se refletir sobre o erro?

Subcategorias	%	Fala dos participantes
1. ChemSketch	14,29%	"O ChemSketch permite a melhor avaliação do erro".
2. MarvinSketch	35,71%	"Marvin, pois, é destacado em vermelho e ao lado da tela na forma de mensagem".
3. Não identificou	21,43%	"O erro é mostrado e a partir do atalho corrigi - se o erro".
4. Não respondeu	28,57%	***

Tabela 6 – Opinião dos professores em formação inicial sobre a escolha de um programa para ser usado em uma proposta de ensino

Se você fosse elaborar uma proposta para ensinar os conceitos de cadeias carbônicas, nomenclaturas, funções orgânicas e isomeria qual dos dois programas você utilizaria e porquê? Justifique.

Subcategorias	%	Fala dos participantes
1. MarvinSketch	50%	"Recursos, facilidade de uso, Correção de erros de construção, interdisciplinaridade, facilidade de uso para usuário novato".
2. ChemSketch	28,57%	"Facilidade de uso e acesso a mais recursos".
3. Os dois programas.	7,14%	"Os programas são muito similares".
4. Não respondeu.	14,29%	***

Analisando os dados expostos nas Tabelas 5 e 6 constata-se que o software MarvinSketch obteve preferência dos professores da oficina, sob o ponto de vista pedagógico, devido ao melhor tratamento para o “erro” (35,71%) e como escolha para uma proposta de ensino (50%), em virtude dos recursos, interdisciplinaridade e facilidade para o usuário novato. Esses resultados se assemelham aos encontrados em estudo realizado por Costa et al. (2016), quando 35% dos participantes afirmaram que o MarvinSketch, favorece a visualização de moléculas construídas, contribuindo para a aprendizagem dos conceitos estudados.

Em relação à avaliação técnica, proposta no tópico C do questionário aplicado aos professores em formação (Apêndice A), os participantes pontuaram de 0–5 pontos para um dos dez critérios propostos, considerando que 11 dos 14

questionários aplicados, totalizaram as pontuações para cada critério, conforme apresentado na Tabela 7.

Tabela 7 – Pontuação da análise técnica dos softwares MarvinSketch e ChemSketch

Crítérios/Programas	MarvinSketch	ChemSketch
Interação	54	46
Contexto de aprendizagem	47	43
Tempo de resposta	50	38
Aspecto visual	52	40
Interdisciplinaridade	43	40
“Feedback” imediato	44	46
Facilidade para o usuário novato	40	39
Armazenamento de resposta	42	37
Promove a criatividade	49	50
Interesse, motivação e satisfação	53	44
Total	474	423

Conforme o exposto, o MarvinSketch obteve pontuações superiores ao ChemSketch em 8 dos 10 critérios avaliados e, portanto, destacando-se pela pontuação em sua avaliação (474 a 423). Os resultados da avaliação técnica demonstram que, os professores em formação inicial consideraram os dois programas similares em relação à experiência de uso. No entanto, o MarvinSketch se destacou na preferência dos participantes, tal como foi observado no resultado referente a avaliação pedagógica. Sousa (2016) ao comparar softwares de produção de gráficos e moléculas, confirmou que o MarvinSketch apresentou melhor média na avaliação dos aspectos técnicos, destacando-se pelo design e facilidade de uso.

4.5 Aplicação da proposta didática com os alunos do IFRN

A proposta didática foi aplicada nas aulas de Química Orgânica do Ensino Médio do IFRN – Campus Caicó, para trinta e seis alunos, que voluntariamente, participaram das aulas no contra-turno, compondo dois grupos (A e B). Os alunos do grupo A participaram de uma proposta de ensino sem utilização de tecnologias nas quintas feiras, enquanto os alunos do grupo B participaram de uma proposta de ensino com utilização de tecnologias nas sextas feiras.

4.5.1 Aplicação da proposta didática com o Grupo A

De início realizou-se a leitura do texto: “A Química do amor” e uma revisão dos conceitos de ligações químicas. A aula teve continuidade com o histórico da Química Orgânica, antes de serem explorados os conceitos de construção e classificação de cadeias carbônicas. Durante a primeira etapa, os alunos perguntaram resumidamente como as estruturas carbônicas são apresentadas em livros didáticos e questões de vestibulares. Como recurso didático utilizou-se o quadro branco, conforme exposto na Figura 11.

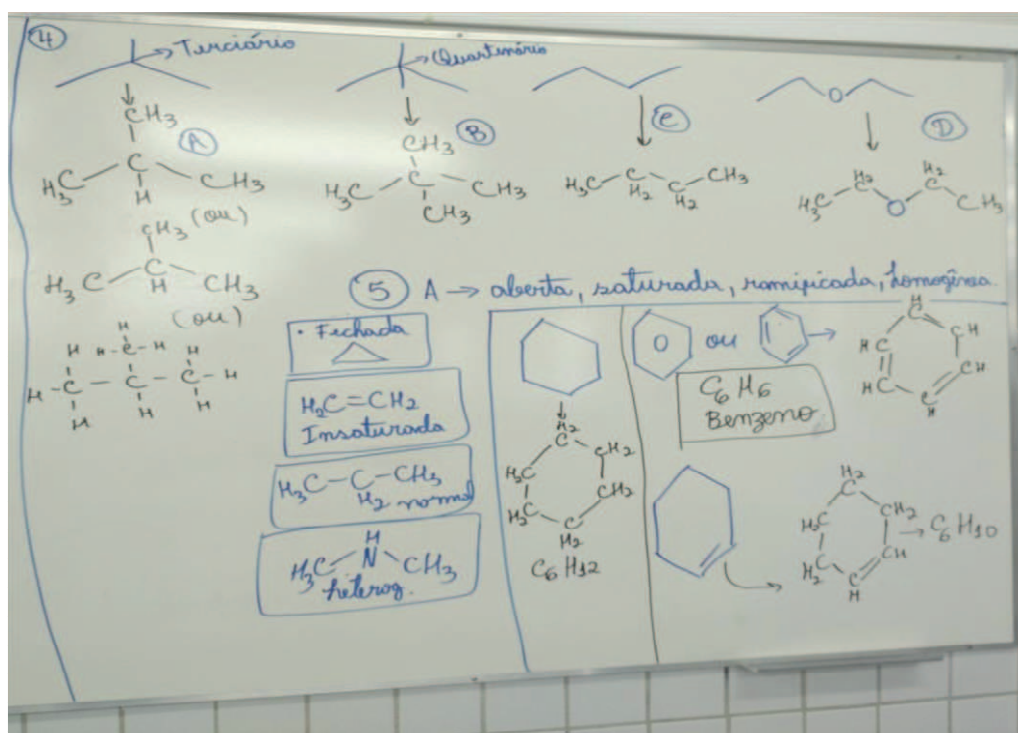


Figura 11– Quadro branco da proposta didática aplicada ao Grupo A

Durante as aulas 3 e 4 foram discutidos conceitos de funções orgânicas e nomenclatura dos compostos, conforme a IUPAC (2015). A partir dos grupos funcionais, foram trabalhadas 10 funções orgânicas, e como os átomos presentes nas cadeias carbônicas podem influenciar nas propriedades físicas e químicas dos compostos orgânicos. O primeiro dia da proposta didática encerrou-se com as atividades realizadas pelos alunos, seguindo os roteiros de aula. A Figura 12 abaixo expõe alguns dos conceitos trabalhados.

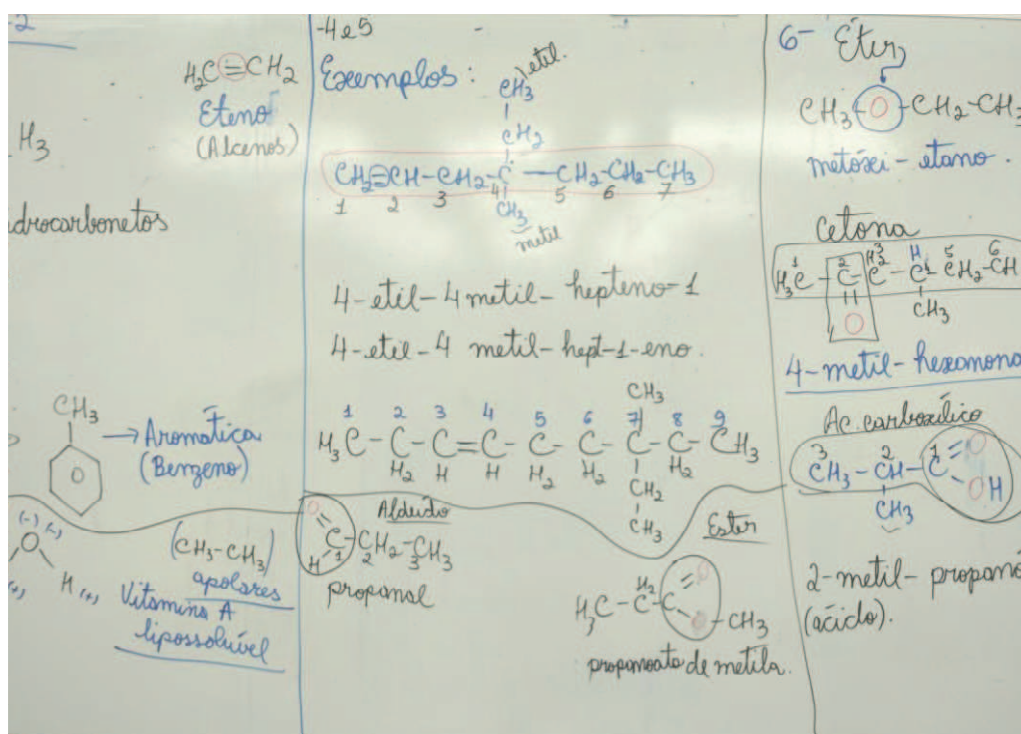


Figura 12 – Conceitos de funções orgânicas, nomenclatura e propriedades dos compostos orgânicos aplicados ao Grupo A

Nas aulas 5 e 6 ocorreu a aplicação do instrumento avaliativo (Apêndice D), em que os alunos responderam as questões propostas acerca dos conteúdos trabalhados nas 4 aulas iniciais. A proposta didática finalizou-se com o uso do programa MarvinSketch, quando propôs-se aos alunos, que construíssem as estruturas orgânicas estudadas nas aulas anteriores e fizessem a nomenclatura dos compostos. Solicitou-se aos alunos que respondessem o questionário on-line sobre a proposta didática e o uso das tecnologias no ensino de Química Orgânica.

4.5.2 Aplicação da proposta didática com os alunos do Grupo B

A aula teve início com a exibição do vídeo sobre a “Química do Amor”, em seguida ocorreu a revisão sobre os conceitos de ligações químicas. Logo após, apresentou-se ao grupo o programa MarvinSketch e seus principais comandos, à serem aplicados no estudo da construção e classificação de cadeias carbônicas, no quadro branco, conforme demonstra a Figura 13.

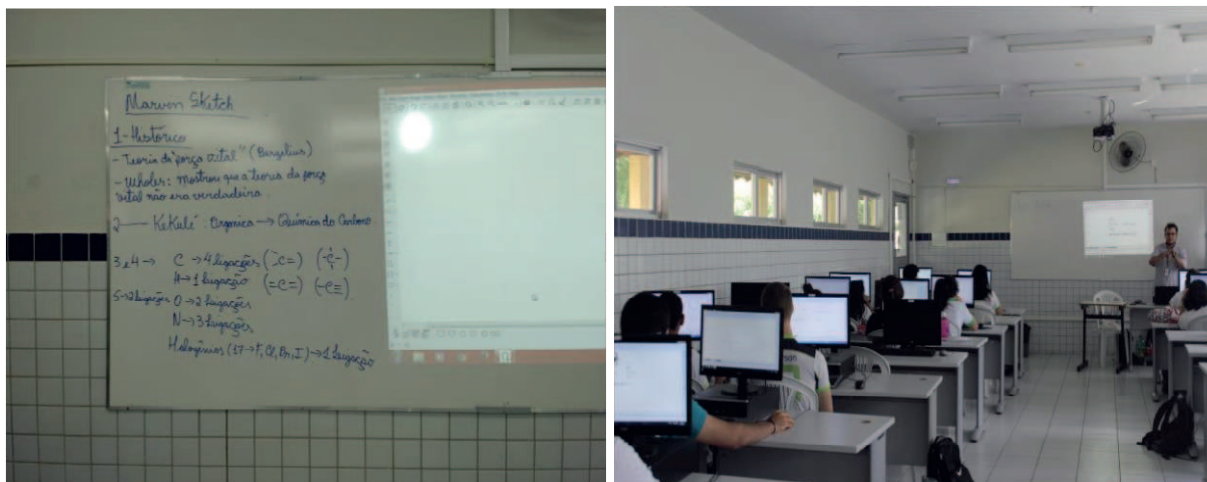


Figura 13 – Uso do MarvinSketch no estudo das cadeias carbônicas

Nas aulas 3 e 4 foram apresentadas as funções orgânicas e as regras de nomenclatura, de acordo com a IUPAC. Com o uso do MarvinSketch os alunos construíram um composto de cada uma das dez funções orgânicas, com a respectiva nomenclatura. Para o estudo das propriedades físicas dos compostos orgânicos utilizou-se o MarvinSpace, possibilitando explorar a visualização em 3 dimensões e discutir o conceito de forças intermoleculares. A Figura 14 registra os alunos utilizando o programa MarvinSketch para a resolução dos exercícios propostos pelo roteiro de aula e usando o MarvinSpace, para visualizar as estruturas construídas durante a aula. De maneira geral, os alunos se mostraram motivados à construir as estruturas através dos programas.



Figura 14 – Alunos realizando atividades no MarvinSketch e aplicando as ferramentas do MarvinSpace

Durante as aulas 5 e 6 ocorreu a aplicação do instrumento avaliativo (Apêndice D) em que os alunos responderam as questões propostas sobre os conteúdos trabalhados nas 4 aulas iniciais, conforme apresenta a Figura 15. A proposta didática culminou com o uso do programa ChemSketch, quando propôs-se aos alunos que construíssem as estruturas orgânicas estudadas nas aulas anteriores e fizessem a nomenclatura dos compostos. Foi solicitado aos alunos que respondessem o questionário on-line sobre a proposta didática e o uso das tecnologias no ensino de Química Orgânica, conforme exposto na Figura 15.



Figura 15 – Aplicação da verificação de aprendizagem com os alunos do Grupo B

4.6 Resultados obtidos pelos alunos dos Grupos A e B no instrumento avaliativo

O resultado geral da verificação de aprendizagem apontou que os alunos do Grupo B que utilizaram o MarvinSketch, tiveram notas superiores aos alunos do Grupo A. Isso pode ser justificado pela mediação pedagógica, proporcionada pelo uso do programa, conforme apresenta o Gráfico 1.

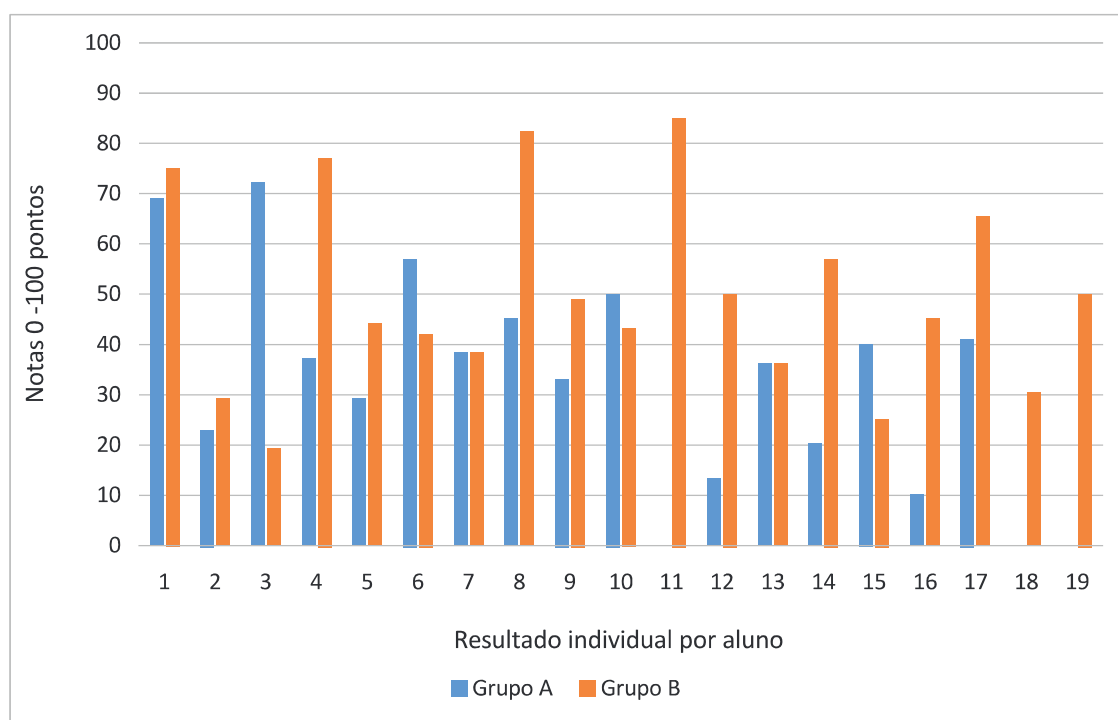


Gráfico 1– Notas obtidas pelos alunos na verificação de aprendizagem

Na busca por dados complementares, relacionados ao aprendizado dos conteúdos pelos alunos participantes da proposta didática, foram analisadas as respostas obtidas nas perguntas da verificação de aprendizagem e separadas nas seguintes categorias: correta, correta parcial, incorreta e não respondida; os dados se encontram apresentados nos Gráficos 2 e 3.

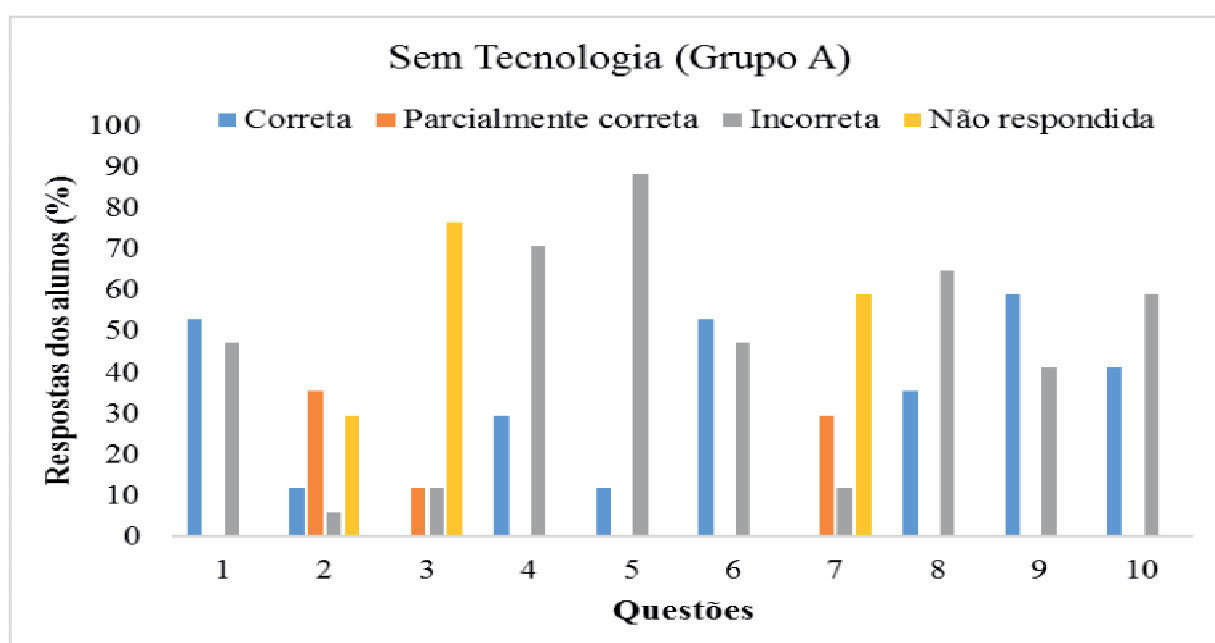


Gráfico 2 – Respostas dos alunos do Grupo A nas questões da verificação de aprendizagem

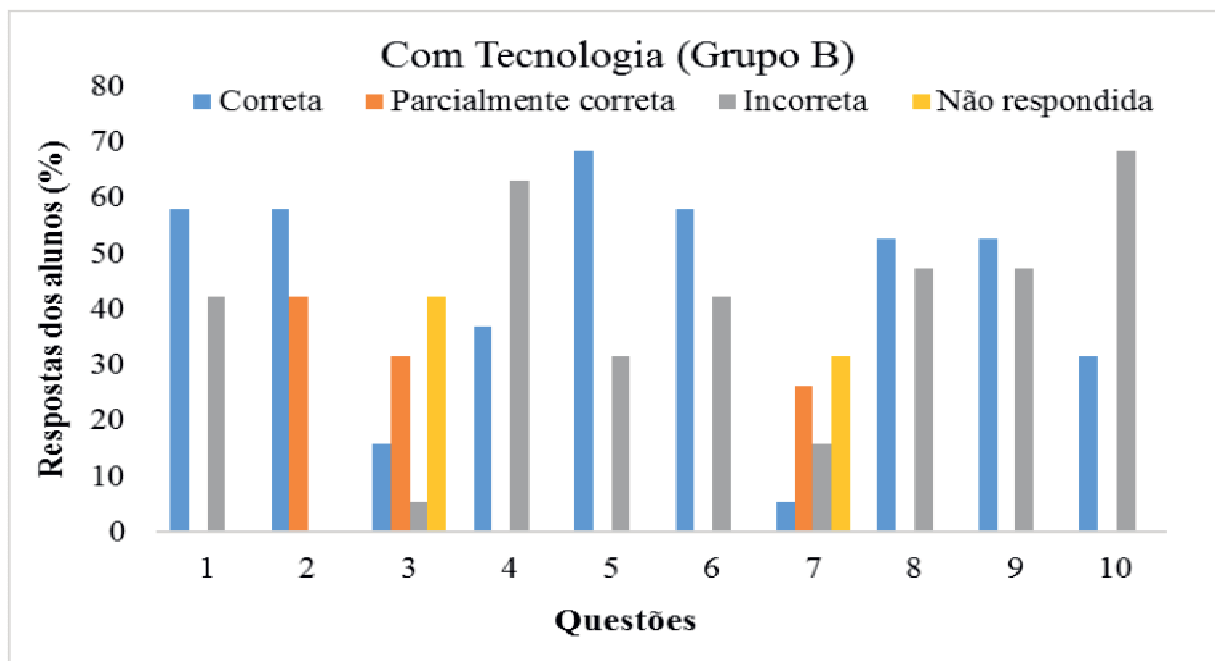


Gráfico 3 – Respostas dos alunos do Grupo B nas questões da verificação de aprendizagem

De acordo com roteiro de conceitos proposto no Quadro 4 e os resultados apresentados nos Gráficos 2 e 3 observa-se que na questão 1 (objetiva) as porcentagens de acertos foram próximas, sendo 52,94% para o Grupo A e 57,90% para o Grupo B. No entanto, na questão 2 (subjetiva) o Grupo B obteve 57,90% e o Grupo A 11,76% de acertos. Tais resultados podem ser justificados pela melhor compreensão da cadeia orgânica e das ligações presentes, entre os átomos pelos alunos do grupo B.

Em relação ao conceito de compostos orgânicos e inorgânicos (Questão 3), ambos os grupos tiveram baixo índice de acertos, sendo 0% de acerto para o Grupo A e apenas 15,79% de acertos para o Grupo B, configurando-se um alto índice de respostas em branco, representando 76,48% para o Grupo A e 42,11% para o Grupo B. A partir dos dados apresentados constata-se que os dois grupos apresentaram dificuldades em diferenciar compostos orgânicos e inorgânicos, com a presença do carbono, representando dificuldade nas definições ácido base de compostos orgânicos e inorgânicos.

As habilidades de reconhecer grupos funcionais e aplicar as regras de nomenclatura dos compostos são fundamentais no estudo da Química Orgânica. Nessa perspectiva, a análise das questões 4, 8 e 9 (objetivas) demonstra que o Grupo B atingiu os percentuais de 36,84%, 52,63%; e 52,63% alcançando uma maior média de acertos que o Grupo A, com 29,41%, 35,29% e 58,82%, portanto

obtendo um elevado domínio dessas habilidades, o que foi constatado durante a proposta didática, quando os alunos questionaram se podiam construir uma cadeia para cada uma das dez funções trabalhadas durante a aula.

As questões 5 e 6 (objetivas) abordavam os conceitos de propriedades físicos-químicas, resultantes das forças intermoleculares presentes nas estruturas dos compostos orgânicos, na qual a análise dos resultados mostrou uma maior porcentagem de acertos dos alunos do Grupo B com 68,42% e 57,9% de acertos em comparação com o Grupo A que obteve 11,76% e 52,94%. Durante a proposta didática foi trabalhado a solubilidade das vitaminas em água e sua relação com as forças intermoleculares em ambos os grupos. Entretanto, o uso do MarvinSpace para visualizar a estrutura das vitaminas em 3 dimensões pode ser uma justificativa para o maior número de acertos dos alunos do grupo B.

A questão 7 era a questão de maior dificuldade da verificação de aprendizagem, uma vez que o aluno teria que usar o conhecimento de nomenclatura de radicais; construir a fórmula estrutural dos mesmos; construir uma cadeia carbônica com a união de dois radicais para finalmente atribuir a nomenclatura oficial dos compostos formados.

A análise das respostas dos alunos do Grupo A mostra um quantitativo de 0% de acerto total; 29,41% de acerto parcial; 11,76% de respostas incorretas e 58,82% de respostas em branco. Enquanto os alunos do Grupo B tiveram 5,26% de acerto total; 26,32% de acerto parcial; 15,79% de respostas incorretas e 31,58% de respostas em branco.

A partir dos resultados percebe-se que a proposta didática aplicada aos dois grupos teve resultados semelhantes quanto aos acertos parciais. No entanto, o uso dos programas MarvinSketch e MarvinSpace pelos alunos do Grupo B se refletiu em menor porcentagem de respostas em branco e a construção exata da estrutura esperada como resposta para a questão. De acordo com os estudos de Vygotsky o aprendizado dos alunos é mediado pela relação de símbolos e significados. Assim, os alunos do Grupo B alcançaram um nível melhor de compreensão da nomenclatura e estrutura dos compostos a partir do uso dos programas.

A questão 10 (objetiva) avaliava os principais tópicos dos conteúdos de cadeias carbônicas e funções orgânicas abordados durante a proposta didática. A partir da análise das respostas verificou-se que o Grupo A atingiu (41,18%) de acertos e o Grupo B (31,58%).

A análise das respostas dos alunos em relação à verificação de aprendizagem, estão representadas no Gráfico 4.

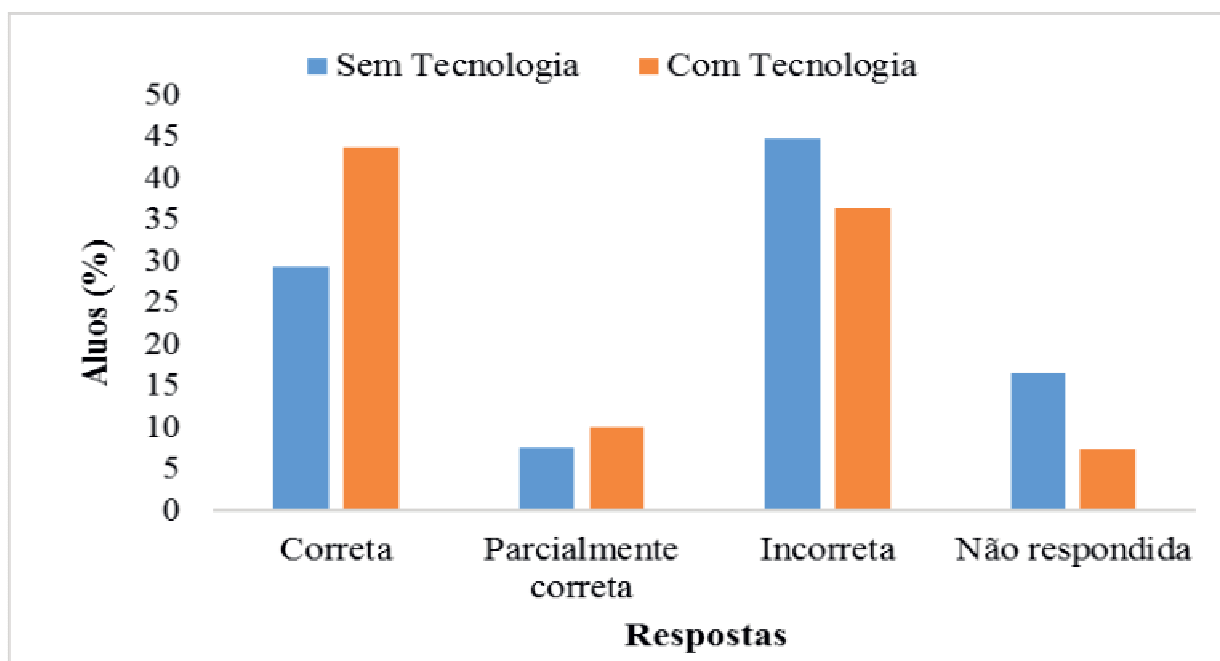


Gráfico 4 – Percentuais de respostas dos alunos sobre a verificação de aprendizagem

Os dados contidos no Gráfico 4 apontam que os alunos do Grupo B apresentaram um percentual considerável de acertos (total e parcial); menor porcentagem de erros e de respostas em branco, constatando-se que o uso das tecnologias, proporcionou bons resultados e motivou os alunos.

4.7 Avaliação dos alunos do Ensino Médio sobre a proposta didática e os programas apresentados

A partir do questionário on-line (Anexo C) aplicado aos alunos do Ensino Médio, foram coletados os dados referentes ao perfil dos alunos e a proposta didática aplicada.

Os resultados apontaram que 100 % dos participantes possuem computador em sua residência, maioria com acesso à Internet. Quanto ao uso deste recurso, 60% utilizam para estudo e lazer; 17,14% na construção de trabalhos escolares; 14,29% exclusivamente para estudo e 8,57% nas pesquisas escolares e lazer. Ainda sobre o tópico tecnologia, indagou-se aos alunos se os professores usavam recursos tecnológicos em suas aulas. Os resultados obtidos foram os seguintes:

14,29% não utilizam nenhum recurso e 85,71% utilizam recursos tecnológicos como Datashow e exibição de vídeos.

Para melhor compreensão do processo de ensino-aprendizagem, indagou-se aos alunos: “quais as suas principais dificuldades para aprender orgânica?” Os resultados confirmaram que 48,4% dos alunos não sabem escrever a fórmula estrutural; 45,2% não conhecem a nomenclatura; 25,8% não estudam em casa; 25,8% não gostam das aulas e 3,2% não tem interesse no conteúdo. De acordo com os dados apresentados evidenciou-se que a maior dificuldade dos alunos se concentra na compreensão de fórmulas estruturais e nomenclatura dos compostos orgânicos. Ainda sobre a prática pedagógica, perguntou-se sobre o que os alunos mudariam nas aulas de Química. Os resultados apontaram que a maioria (88,57%) sugeriu mudanças relativas a metodologia de ensino e aumento das aulas experimentais. Os resultados da avaliação da proposta didática estão apresentados de forma resumida nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 8 – Respostas dos alunos sobre a utilização do computador e do software educacional nas aulas de Química

O que você acha de utilizar o computador e um software educacional nas aulas de orgânica?	
Respostas	%
Uma boa ideia tornando a aula mais interessante	37,14%
Melhora a compreensão e o aprendizado	31,43%
Promove a interação	25,71%
Contribui para o aprendizado da nomenclatura dos compostos	5,71%

Tabela 9 – Respostas dos alunos sobre as aulas da proposta didática

Qual a sua opinião sobre as aulas de química orgânica em que você participou?	
Respostas	%
As aulas foram boas e houve muito aprendizado	60 %
Introduziu uma nova metodologia com o software	20 %
As aulas foram mais contextualizadas, interativas e dinâmicas em relação às aulas regulares.	20 %

Analisando os resultados da Tabela 8 observa-se que a utilização dos softwares MarvinSkech e ChemSketch, teve a aceitação da maioria dos participantes, com ênfase na melhoria do aprendizado, motivação e interação dos alunos participantes. Na Tabela 9 os alunos destacaram a contextualização e interação, como fatores de melhorias no aprendizado dos conteúdos abordados.

Os resultados obtidos com os professores em formação inicial e com os estudantes do ensino médio revelam uma aceitação das metodologias de ensino que utilizaram os programas MarvinSketch e ChemSketch e o potencial de uso dessas tecnologias na prática pedagógica a partir dos dados obtidos com os grupos pesquisados.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa buscou respostas para influência dos softwares no processo ensino-aprendizagem de Química Orgânica, sob o ponto de vista dos professores em formação inicial e dos alunos do Ensino Médio, com a perspectiva de melhorias da prática pedagógica.

Os alunos participantes da oficina tiveram a oportunidade de conhecer os comandos de cada programa e discutir aplicações das ferramentas apresentadas. Os educandos ao avaliarem a metodologia usada na oficina, se mostraram satisfeitos com o processo e valorizaram a possibilidade de aliar teoria e prática à abordagem dos conceitos químicos, vinculados ao uso de Software educacional. A partir das respostas apresentadas, pode-se inferir que a escolha da metodologia: apresentação–prática–discussão teve impacto positivo nos participantes da oficina.

A avaliação dos programas *MarvinSketch* e *ChemSketch* a partir do questionário sob o ponto de vista pedagógico, mostrou que a maioria dos participantes identificou a concepção teórica de aprendizagem como construtivista e afirmaram que os softwares podem promover o interesse e motivação dos alunos em sala de aula.

O programa *MarvinSketch* foi o escolhido pelos professores em formação inicial para ser utilizado em uma proposta de ensino, pois obteve destaque em mostrar erros de construção de estruturas orgânicas e uma maior pontuação na avaliação dos quesitos técnicos. Tal resultado contribuiu para escolha do *software* como recurso na aplicação da proposta didática com os alunos do Ensino Médio.

A utilização das TICs para facilitar o processo de mediação dos conteúdos e aprendizagem dos alunos, foi confirmada pelos participantes que em sua maioria destacou a visualização em 3 dimensões e a nomenclatura dos compostos apresentados pelos programas.

As aulas da proposta didática aplicada aos alunos do Ensino Médio ocorreram dentro do cronograma planejado, apresentando pequenas diferenças entre os dois grupos pesquisados. Os alunos do Grupo A, pelo fato de não trabalharem com o programa, concentraram os questionamentos na forma reduzida de algumas cadeias carbônica de forma a compreender melhor as ligações presentes nas fórmulas estruturais. Os alunos do grupo B, por trabalharem com o programa não fizeram os

mesmos questionamentos do Grupo A e conseguiram com a ajuda do *software* construir representações para as 10 funções orgânicas estudadas.

Os resultados obtidos com o instrumento avaliativo mostram que os alunos do Grupo B em geral alcançaram uma melhor pontuação e maior índice de acertos que os alunos do Grupo A. Vale destacar que a escolha de os alunos para cada grupo foi feita de forma aleatória e que aspectos como formação do aluno e afinidade com a disciplina podem interferir nos resultados alcançados.

Qualitativamente, em relação às questões subjetivas, os alunos do Grupo B também tiveram maior número de acertos, onde pode-se inferir que a interação com o programa *MarvinSketch* pelos alunos desse grupo, contribuiu para melhor mediação dos conceitos da Química Orgânica e compreensão das estruturas e nomenclaturas dos compostos.

Os alunos participantes da proposta didática demonstram afinidade com o computador, afirmando que o uso do equipamento e do *software* nas aulas de Química Orgânica é uma ideia interessante, capaz de motivar e melhorar o aprendizado nas aulas. A avaliação das aulas da proposta didática foi positiva por parte dos discentes que destacaram a metodologia utilizada e sua contribuição para o aprendizado dos conteúdos estudados.

Portanto, diante dos resultados da pesquisa, conclui-se que, a utilização dos softwares de construção de moléculas, pode contribuir para uma melhoria no aprendizado dos conteúdos de cadeias carbônicas e funções orgânicas, pois os professores em formação utilizaram os programas, sendo capazes de avaliar pedagogicamente, e possivelmente utilizarão essas ferramentas em sua futura prática docente.

Em relação aos alunos do Ensino Médio o uso dos programas associado a uma proposta didática contribuiu para a motivação, interação e aprendizado durante as aulas, sendo observado um melhor rendimento no instrumento avaliativo.

A utilização dos programas *MarvinSketch* e *ChemSketch* como ferramenta para as aulas de Química Orgânica, podem promover contribuições significativas. Sendo assim, desenvolveu-se um produto final, que é parte integrante dessa dissertação, composto por uma apostila para desenho de estruturas com o programa *MarvinSketch* e algumas vídeoaulas sobre os comandos e aplicações do programa.

Espera-se que esse material seja uma contribuição para que os docentes de química, possam criar seus próprios materiais didáticos, como também na

elaboração de aulas de Química Orgânica com o uso do programa de forma que, facilite a aprendizagem dos alunos.

Finalmente, sugere-se como aprofundamento da pesquisa o uso dos programas estudados em aulas de isomeria e funções orgânicas de forma a analisar as contribuições dos softwares no processo de ensino aprendizagem desses conceitos.

REFERÊNCIAS

ACD/CHEMSKETCH FREEWARE, version 14.01. AdvancedChemistry Development, Inc., Toronto, on, Canada. Disponível em: <<http://www.acdlabs.com>>. Acesso: 06. Out. 2015.

ALVES, J. C. et al. Metodologia para Avaliação de Software de Autoria como uma ferramenta computacional para o auxílio no desenvolvimento de conteúdos didáticos-pedagógicos. **II Simpósio de Informática do CEFET – PI. Teresina, 2004**. Disponível em: <<http://nlx.di.fc.ul.pt/~guelpeli/Arquivos/Artigo16.pdf>>. Acesso: 10. Out. 2015.

ANDRADE, R. P. **O ensino da função orgânica álcool por meio da experimentação numa abordagem ciência, tecnologia e sociedade (CTS)**. (Dissertação de Mestrado em Ensino de Ciências e Tecnologia). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa. 2012. 129p. Disponível em: <<http://repositorio.utfpr.edu.br/spui/handle/1/1231>>. Acesso: 12. Mai. 2015.

BRANCO, E. S. C.; CANTINI, M. C.; MENTA, E. Investigando o uso de tecnologias nas escolas públicas estaduais do Paraná (2011). **X Congresso Nacional de Educação – EDUCERE –2011**. Disponível em: <<http://docplayer.com.br/21719822-Investigando-o-uso-de-tecnologias-nas-escolas-publicas-estaduais-do-parana.html>>. Acesso: 12. Mai. 2015.

BRASIL. Ministério da Educação. **Lei de Diretrizes da Educação Nacional – LDB** 9.394 de 20 de dezembro de 1996.

_____. Ministério da Educação/SEMT. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2000.

_____. Ministério da Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para os Cursos de Química**. Brasília, 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br>>. Acesso em: 16. Ago. 2016.

_____. Ministério da Educação/SEMT. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2002.

_____. Ministério da Educação/SEMT. **Orientações Curriculares Nacionais do Ensino Médio: ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília, 2006.

BRUXEL, F. LAUX, M.; WILD, L. B.; FRAGA, M.; KOESTER, L. S.; TEXEIRA, H. F. Nanoemulsões como sistemas de liberação parenteral de fármacos. **Revista Química Nova**, v. 35, nº 9, 2012. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br>>. Acesso: 09. Out. 2016.

BUSQUETS, M. D. et al. **Temas Transversais em Educação: bases para uma formação integral**. São Paulo: Ática, 2008.

CHEMAXON. **MarvinSketch version 6.2.3**. ChemAxon Ltda: Budapeste, Hungria, 2014. Disponível em: <<http://www.chemaxon.com>>. Acesso: 28.Nov.2014.

COLL, C.; MONEREO, C. **Psicologia da educação virtual: aprender e ensinar com as tecnologias da informação e da comunicação**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

COSTA, S. S. O uso das Tecnologias da Informação e Comunicação no âmbito Pedagógico e Administrativo. **I Simpósio Regional de Educação/Comunicação. Anais Eletrônicos**, 2010.

CRUZ, M. E. B.; SIMÕES NETO, J. E. O ensino de química orgânica na química nova na escola – primeira parte de uma análise de tendências. **Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia**. Universidade Estadual da Paraíba 2012. Disponível em: <<http://editorarealize.com.br/revistas/enect/trabalhos/pdf>>. Acesso: 13 abr. 2016.

COSTA, C. H. C.; DANTAS FILHO, F. F.; SILVA, G. N. A avaliação da TIC *MarvinSketch* por professores em formação inicial como recurso auxiliar no Ensino de Química Orgânica na educação básica. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 17, dez. 2016. Disponível em: <<http://tecedu.pro.br/wp-content/uploads/2016/09/Art28-ano8-vol17-dez2016.pdf>>. Acesso: 24. Dez. 2016.

COSTA, E. L. **A formação de conceitos científicos para sujeitos com deficiência visual: sequência Fedathi como aporte metodológico no ensino de química**. (Dissertação). Universidade Federal do Ceará – Fortaleza, 2016. 75p.

CYSNEIROS, P. G. LEÃO, M. B. C. (org). **Tecnologias na educação: uma abordagem crítica para uma atualização prática**. Recife-PE, p.48-53, 2011.

DANTAS FILHO, F. F.; SILVA, G. N.; COSTA SILVA, H. C. Entendimento da abordagem CTSA no ensino de Química e as dificuldades apontadas por professores de escolas públicas da cidade de Campina Grande-PB em inserir enfoques nas suas aulas. **Scientia Amazonia**, v.4, n.2, 100-106, 2015. Revista on-line. Mai-Ago ISSN:2238.1910. Disponível em: <<http://www.scientia.ufam.edu.br>>.

DEMO, P. **Aprender Bem/Mal**. Campinas-SP: Autores Associados, 2008.

DUARTE, D.S. **Estudo químico biomonitorado de *Lychnophora pinaster* Mart. (Asteraceae) e de *Macfadyena unguiscati* L. A. Gentry (Bignoniaceae)**. Belo Horizonte. (Tese de Doutorado - Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas). Universidade Federal de Minas Gerais, 1999. 177p.

EICHLER, M. L.; DELPINO, J. C. **Ambientes virtuais de aprendizagem: desenvolvimento e avaliação de um projeto em educação ambiental**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2006.

_____. Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica. **Revista Química Nova**, v. 23, nº 6, 2000. Disponível em:

<http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol23No6_835_18.pdf>. Acesso: 14. Mai. 2016.

EVANS, M. J. **Development and analysis of educational Technologies for a blended organic chemistry course**. Dissertation (Doctor of Philosophy in Chemistry) University of Illinois. Urbana, Illinois, 2013. 175p. Disponível em: <https://www.ideals.illinois.edu/bitstream/handle/2142/45517/Michael_Evans.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso: 09. Out. 2016.

FERNANDES, J. P. S.; SAVINO, G.; AMARANTE, A. C. G.; SOUSA, M. R.; SILVA, G. R.; CIANCIULLI, M. E.; CORRÊA, M. F.; FERRARINI, M. Estudo das relações entre estrutura e atividade de parabenos: uma aula prática. **Revista Química Nova**, v. 36, nº 6, 2013. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br/pdf>>. Acesso: 09 out. 2016.

FERREIRA, M.; DEL PINO, J. C. Estratégias para o ensino de química orgânica no nível médio: uma proposta curricular. **Revista Acta Scientiae**, v. 11, nº 1, Canoas – RS, 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.ulbra.br>>. Acesso: 15. Mar. 2016.

FINO, C. N. Avaliar Software “educativo”. **Actas da III Conferência Internacional de Tecnologias de Informação e Comunicação na Educação**). Universidade do Minho Braga, 2003. Disponível em: <<http://www3.uma.pt/carlosfino/publicacoes/16.pdf>>. Acesso: 15 Jul. 2016.

FRANCISCO, W.; DE MORAIS, M. A.; MANOCCHIO, C. V. A.; FRANCISCO JUNIOR, W. E.; RUIZ, M. Implementação e Avaliação de um Curso Introdutório ao Software ACDLabs ChemSketch a Graduandos em Química. **XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ), Curitiba, 2008**. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0364-1.pdf>>. Acesso: 03 fev. 2016.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. A formação inicial em química baseada em conceitos representados por meio de modelos mentais. **Revista Química Nova**, v. 33, nº 8, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422010000800033>. Acesso: 15. Mai. 2016.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008.

GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Unijui, 2008.

GODOY, A. S. Introdução a pesquisa qualitativa e suas possibilidades. **Revista de Administração de Empresas**, v. 35, n. 2, mar-abril, 2007.

HOFSTEIN, A., LUNETTA, V. N. (1982). The role of the laboratory in science teaching: Neglected aspects of research. **Review of Educational Research**, 52(2), 201–217. Disponível em: <<http://www.iupac.org/>>. Acesso: 23. Mai. 2015.

IMBERNÓN, F. Um Nueva Formación Permanente Del Profesorado Para Um Nuevo Desarrollo Profesional Y Coletivo. **Revista Brasileira de Formação de Professores - RBFP**, v.1, n.1, p. 31-42, maio, 2009.

INTERNATIONAL UNION OF PURE AND APPLIED CHEMISTRY – IUPAC (2015).

JOHNSTONE, A. H. **Chemical education research in Glasgow in perspective**. Centre for Science Education, University of Gl. Received 1, november of 2005, accepted 5 January, 2006.

KARNAL, L. **Conversas com um jovem professor**. São Paulo. Contexto, 2014.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas: Papirus, 2004.

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **Perspec**, v.14, n.1, pp. 85-93, São Paulo, 2000.

LEITE, B. S. **Uso das Tecnologias para o Ensino das ciências**: a Web 2.0 como ferramenta de aprendizagem. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) 2011.

_____. LEÃO, M. B. C. A Contribuição das Tecnologias da Informação e Comunicação na formação continuada de professores: um estudo de caso em um curso de especialização no ensino de química. **Enseñanza de las Ciencias**, p. 1893 – 1898, 2013.

LEITE, B. S. **Tecnologias no ensino de Química**: teoria e prática na formação docente. Curitiba – PR, Editora Appris, 2015.

LIMA, E. R. P. O.; MOITA, F. M. G. S. C. **A tecnologia e o ensino de química**: jogos digitais como interface metodológica. Campina Grande: EDUEPB, 2011.

MALDANER, O.A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Juí-SP: Unijuí, 2003.

MARCELINO-Jr., C.A.C.; BARBOSA, R.M.N.; CAMPOS, A.F.; LEÃO, M.B.C.; CUNHA, H.S; PAVÃO, A.C. Perfumes e essências: a utilização de um vídeo na abordagem das funções orgânicas. **Química Nova na Escola**, v. 19, n. 1, p. 15-18, 2004. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc19/a05.pdf>>. Acesso: 09. Nov. 2016.

MATHIAS, G. N.; BISPO, M. L. P.; AMARAL, C. L. C. Uso de tecnologias de informação e comunicação no ensino de química no ensino médio. **VII Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienepec/pdfs/1177.pdf>>. Acesso: 20. Jan. 2016.

MELLO, I. C. **O ensino de Química em ambientes virtuais**. Cuiabá: EDUFMT, 2009.

MELO, J. R. F. **A formação inicial do professor de química e o uso das novas tecnologias para o ensino:** um olhar através de suas necessidades formativas. Natal, 2007. 168 p. Dissertação (Mestrado em ensino de ciências naturais e matemática) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br/jspui/handle/123456789/16039>>. Acesso: 22. Abr. 2016.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. **Revista de Ciências e Educação**. Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação. Universidade de Lisboa. Portugal, 2007.

MOREIRA, M. A. **Subsídios Teóricos para o Professor Pesquisador em Ensino de Ciências**. Porto Alegre. 2016. 64p. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf>>. Acesso: 25. Set. 2016.

NASCIMENTO, J. F. S. **Análise das dificuldades de aprendizagem numa disciplina de química orgânica do curso de química na modalidade à distância da UFRN**. Natal. 2013. 100 p. Dissertação (Mestrado – Instituto de Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br>>. Acesso: 08. Jul. 2015.

NASCIMENTO, T. L.; RICARTE, M.C.C.; RIBEIRO, S.M.S. Repensando o Ensino de Química Orgânica à Nível Médio. **47º Congresso Brasileiro de Química. Natal. Anais do 47º Congresso Brasileiro de Química**. Natal, 2007. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2007/trabalhos/6/6-392-618.htm>>. Acesso em: 19 set. 2016.

NICHELE, A. G.; SCHLEMMER, E. Aplicativos para o ensino e aprendizagem de Química. **Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 12 n. 2, p 1-9 dezembro, 2014. Disponível em: <www.seer.ufrgs.br/renote/article/download/53497/33014>. Acesso: 10 nov. 2016.

NUÑEZ, I. B.; SILVA, M. G. L. **Dificuldades dos estudantes na aprendizagem de Química no Ensino Médio:** instrumentação para o ensino de Química III. EDUFRN, 2008.

OLIVEIRA, G.; SILVA, H. R. G.; RODRIGUES, A. P. ; SILVA, J. S.; SILVA, S. K. O uso da contidianização como ferramenta para o ensino de química orgânica no ensino médio. **Encontro Nacional de Educação, Ciência e Tecnologia**. Universidade Estadual da Paraíba, 2012. Disponível em: <<http://www.editorarealize.com.br/>>. Acesso: 15. Jul. 2012.

OLIVEIRA, S. S. **Software:** reflexões para uma informática educativa. Universidade Federal do Ceará. 2000. Disponível em:<<https://www.google.com.br>> Acesso: 14.Abr. 2015.

O'SULLIVAN, T. P.; HARGADEN, G. C. Using Structure-Based Organic Chemistry Online Tutorials with Automated Correction for Student Practice and Review. **Journal of Chemical Education**, 2014, 91 (11), p. 1851-1854. Disponível em:

<<http://arrow.dit.ie/cgi/viewcontent.cgi?article=1069&context=scschcpsart>>. Acesso: 05. Jan. 2017.

PAZINATO, M. S. et al. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática dos medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, nº 1, 2012. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc34_1/05-EA-43-11.pdf>. Acesso em: 13 abr. 2016.

PAPERT, S. **A máquina das crianças**: repensando a escola na era da informática. Artes Médias, Porto Alegre, 1994.

PEIXOTO, J.; ARAUJO, C. H. S. Tecnologia e educação: Algumas Considerações Sobre o Discurso Pedagógico Contemporâneo. **Educação Sociedade**, v.33, n.118, 2012.

PESSOA, A. B.T. **A informática como instrumento mediador do ensino de Química aplicada na formação de professores**. Dissertação de Mestrado, 2008.

POZO, J. I.; CRESPO, M. Á. G. **A aprendizagem e o ensino de ciências do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. Porto Alegre, 2009.

PRADO, M.T. B.; MARTINS, M.C. A formação do professor: estratégias de interação no processo de reconstrução da prática pedagógica. **Atas do IV Congresso RIBIE-Rede Iberoamericana de Informática educativa**. Brasília-DP, 1998.

QUEIROZ, F. N.; HYPÓLITO, J. M.; OLIVEIRA, J. B.; HYPÓLITO, V. A. H. As tecnologias móveis como contribuintes no processo de ensino e aprendizagem na EAD. **Simpósio Internacional de Educação a Distância**. São Carlos, 2014. Disponível em: <<http://sistemas3.sead.ufscar.br>>. Acesso: 15 mai. 2016.

RAMOS, A. F.; ANDRADE NETO, A. S. Estudo da aprendizagem mediada por computador: as contribuições da modelagem molecular para o ensino de química. **Revista Renote**, v. 12, nº 2. Porto Alegre, 2014. Disponível em: <<http://seer.ufrgs.br/index.php/renote/article/view/54003/33194>>. Acesso: 10. Jan. 2016.

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Revista Química Nova**, vol. 31, nº 4, 2008. Disponível em: <http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol31No4_921_33-ED08026.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2015.

SANTIAGO, E. C. A. **A integração das tecnologias de informação e comunicação no processo de ensino aprendizagem em Química nas escolas públicas de Manaus**. Dissertação (Mestrado profissional em ensino de ciências na Amazônia). Universidade do Estado do Amazonas. 2010. 105p. Disponível em: <<http://www.pos.uea.edu.br/data/area/titulado/download/16-4.pdf>>. Acesso: 12. Jun. 2016.

SANTOS, W. L. P., SCHNETZLER, R. P. **Educação em química: compromisso com a cidadania**. Ijuí-SP: Unijuí, 1997.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; SILVA FILHO, J. C. S. Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização. In: **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ), 2010, Brasília**. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0981-1.pdf>>. Acesso em: 07 nov. 2015.

SANTOS, H. F. O conceito da Modelagem Molecular. **Química Nova**, n. 4 p. 4-5, 2001. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/cadernos/04/modelag.pdf>> Acesso: 11. Out. 2016.

SCHNETZLER, R. P. A pesquisa em ensino de química no Brasil: conquistas e perspectivas. **Química Nova**, v. 25, supl.1, p. 14-24, 2002.

_____. Concepções e alertas sobre formação continuada de professores de Química. **Química Nova na Escola**, n. 16, p.15-20, São Paulo, 2002.

SIEMENS, George. **Connectivism**: a learning theory for the digital age. 2004. Disponível em: <http://www.itdl.org/journal/jan_05/article01.htm>. Acesso: 25. Set. 2016.

SILVA, J. L.; SILVA, D. A.; MARTINI, C.; DOMINGOS, D. C. A.; LEAL, P. G.; FILHO, E. B. e FIORUCCI, A. R. Utilização de vídeos didáticos nas aulas de Química do Ensino Médio para Abordagem Histórica e Contextualizada do Tema Vidros. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 4, p. 189 – 200, 2012. Disponível em: <<http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br>>. Acesso: 11 out. 2016.

SILVA, J. E. **Pistas orgânicas**: uma atividade lúdica para o ensino de funções orgânicas. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2013. 80p. Disponível em: <<https://repositorio.ufrn.br>>. Acesso: 18. Jul. 2016.

SILVA, W. P. **Levantamento e Avaliação de Softwares para o Ensino de Química no Nível Médio**. Monografia de Graduação (Instituto de Química). Universidade de Brasília. Brasília, 2007. 85p. Disponível em: <<http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/ea000525.pdf>>. Acesso: 27 jan. 2016.

SOUSA, E. B.; JUNIOR, J. A. S. C.; SILVA, H.J.F.; MACIEL ANJOS, I. Softwares livres para alunos do terceiro ano do ensino médio para o ensino de funções orgânicas. In: **56º Congresso Brasileiro de Química (CBQ), 2016, Belém**. Disponível em: <<http://www.abq.org.br>>. Acesso: 15. Ago. 2016.

SOUZA, M. P. et al. Titulando 2004: Um Software para o Ensino de Química. **Revista Química Nova na Escola**, nº 22, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc22/a07.pdf>>. Acesso: 15. Ago. 2016.

SOUZA, JR., J. A.; SILVA, A. L.; MAGNO, A.; SANTOS, M. B. H.; BARBOSA, J. A. A importância do Monitor no Ensino de Química Orgânica na Busca da Formação do Profissional das Ciências Agrárias. **XI Encontro de Iniciação à Docência da UFPB**.

João Pessoa. *Anais do XI Encontro de Iniciação à Docência da UFPB*, 2009. Disponível em: <http://www.prac.ufpb.br/anais/xenex_pdf>. Acesso em: 19.Set. 2016.

TAVARES, M. T.; PRIMI, M. C.; CARVALHO, C. F.; POLLI, M. C.; PARISE – FILHO, R. Entendendo o processo químico de bioativação da sinvastatina por métodos experimentais e computacionais: uma aula prática. **Revista Química Nova**, v. 39, n. 4, 2016. Disponível em: <<http://quimicanova.sbq.org.br>>. Acesso: 07. Out.2016.

TAVARES, R.; SOUZA, R. O. O.; CORREIA A. O. Um Estudo sobre a “TIC” e o Ensino da Química, **Revista GEINTEC**, v. 3, n. 5, p.155-167, 2013.

VALENTE, J. A. **O computador na sociedade do conhecimento**. Campinas – SP, Unicamp, 1999.

VEIGA, M. S. M.; QUENENHENN, A.; CARGNIN, C. O ensino de Química: algumas reflexões. I Jornada de Didática: o ensino como foco. Paraná, 2012,. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA.pdf>>. Acesso: 14. Mar. 2016.

VIEIRA, F. M. S. **Avaliação de Software Educativo**: reflexões para uma análise criteriosa. 2010. Disponível em: <<http://tecnologiaeducativaup.blogspot.com.br/2010/10>>. Acesso: 14. Jan. 2015.

VYGOTSKY, L. S. **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

ZANON, D. A. V.; GUERREIRO, M. A. S.; OLIVEIRA, R. C. Jogo didático ludo químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Revista Ciências & Cognição**, v. 13, nº 1, Rio de Janeiro, 2008. Disponível em: <<http://www.cienciasecognicao.org/revista/index>>. Acesso: 19. Set. 2016.

APÊNDICES

APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO I – APLICADO AOS PROFESSORES EM FORMAÇÃO INICIAL



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL E MESTRADO
ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Mestrando: Carlos Helaidio Chaves da Costa

Orientador: Prof. Dr. Francisco Ferreira Dantas Filho

IDENTIFICAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Código: _____ Data ____/____/____

Pesquisa: *“As TICs MarvinSketch e ChemSketch e sua contribuição no processo ensino-aprendizagem da Química: avaliação e utilização de software de modelagem molecular nas aulas de Química Orgânica no Ensino Médio”*

Prezado (a) Graduando (a)

Este questionário tem a finalidade de colher informações que configurarão a empiria de uma Pesquisa na área utilização dos Softwares MarvinSketch e ChemSketch, como ferramenta de apoio pedagógico ao desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem do conteúdo de Química Orgânica.

Sua contribuição é de extrema importância para a construção da Dissertação para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Ciências e Educação Matemática.

Antecipadamente, agradeço a atenção e credibilidade, junto aos frutos que esta pesquisa poderá gerar.

Cordialmente,
Carlos Helaidio Chaves da Costa

QUESTÕES

TEMA: *As TICs MarvinSketch e ChemSketch e sua contribuição no processo ensino-aprendizagem da Química: avaliação e utilização de software de modelagem molecular nas aulas de Química Orgânica no Ensino Médio”*

OBJETIVOS:

- Relacionar impactos decorrentes da implementação da Informática no fazer pedagógico do (a) professor (a).
- Avaliar ferramenta MarvinSketch e ChemSketch sob os aspectos técnicos e pedagógicos e seu uso como motivadores do processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica.
- Avaliar a relação dos graduandos em Química com o uso de ferramentas digitais no ensino de Química

A-Dados Gerais

1. Gênero: () Masculino () Feminino Idade: _____ Anos
2. Período atual no curso: _____
3. Como você avalia sua leitura e compreensão de textos na língua inglesa:
() muito bom () bom () médio () ruim () muito ruim
4. Em relação ao uso do computador:
() usa com muita frequência () usa com frequência () Usa raramente
5. Você acha importante o uso do computador para o ensino de Química?
() Sim. Por quê?

() Não. Por quê?

B – Avaliação Pedagógica

1. O professor que analisa um software educacional deve identificar a teoria de aprendizagem que orienta a sua construção, ou seja, deve ser baseado em uma teoria de como o aluno aprende. Qual teoria de aprendizagem você conseguiu

identificar nos programas estudados a teoria construtivista (visão interacionista) ou teoria comportamentalista (visão empirista e racionalista)? Justifique.

2. Como você definiria a sua postura, ao manusear o programa, passiva (apenas seguindo a sequência dos conteúdos) ou ativa (assumindo o comando das ações e interagindo com os conteúdos)?

3. Os softwares podem promover o interesse do aluno (Ensino Médio) e gerar uma maior motivação em sala de aula? Justifique.

4. Como os programas apresentam o erro na construção de uma estrutura? Em quais dos softwares você percebe isso de forma mais clara e lhe fornece uma oportunidade de aprendizado ao se refletir sobre o erro?

5. Você consegue ver alguma relação entre os documentos referenciais curriculares e a proposta de ensino apresentada? Justifique.

6. A proposta de inserir as TICs (apresentadas) no processo de ensino dos conceitos de química orgânica está em concordância com a perspectiva atual do ensino de Química? Justifique.

7. Se considerarmos as cadeias carbônicas vistas em 2 D e 3 D nas plataformas MarvinSketch e ChemSketch como símbolos e suas respectivas nomenclaturas como significado (de acordo com a obra de Vygotsky, na sua opinião a utilização das TIC'S facilitará o processo de mediação desses conteúdos para a aprendizagem do aluno? Justifique.

C – Avaliação Técnica

Na Tabela abaixo preencha com o valor correspondente a sua opção seguindo o seguinte critério abaixo: 5 – Concordo plenamente; 4 – concordo parcialmente; 3 – Não concordo e nem discordo; 2 – Discordo parcialmente; 1 – Discordo completamente.

Tópico	Marvin Sketch	Chem Sketch
O programa estimula a interação entre os usuários e deste com o agente de aprendizagem.		
Promove a criação de um contexto de aprendizagem e desenvolvimento cognitivo do aprendiz.		
Fazer e desfazer ações; tempo de resposta; importar e exportar dados.		
Comandos, ícones de acesso rápido e aspecto visual.		
Favorece a interdisciplinaridade.		
Proporciona o “feedback” imediato.		
Facilidade de utilização para o usuário novato.		
Armazenamento de respostas.		
Promove a criatividade do usuário.		
Interesse, Motivação e satisfação ao utilizar o programa.		

D – Validação das TIC's

1. A estratégia de apresentação e a metodologia usadas no mini-curso foram adequadas? Justifique

2. Descreva os conceitos científicos relacionados com a Química Orgânica que podem ser trabalhando com as TICs (apresentadas) no processo de ensino e aprendizagem?

3. Você utilizaria estas ferramentas em seus planejamentos para ensinar os conceitos de química orgânica na sua prática docente? Justifique.

4. Se você fosse elaborar uma proposta para ensinar os conceitos de cadeias carbônicas, nomenclaturas, funções orgânicas e isomeria qual dos dois programas você utilizaria e porque? Justifique.

1.1.

**APÊNDICE B – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO –TCLE APLICADO
AOS ALUNOS DA LICENCIATURA**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL E MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, em pleno exercício dos meus direitos, me disponho a participar da Pesquisa intitulada: *As TICs MarvinSketch e ChemSketch e sua contribuição no processo ensino-aprendizagem da Química: avaliação e utilização de software de modelagem molecular nas aulas de Química Orgânica no Ensino Médio*, que tem como objetivos relacionar os impactos decorrentes da implementação da Informática no fazer pedagógico do (a) professor(a); Avaliar as ferramentas como motivador do processo ensino-aprendizagem dos conteúdos de Química Orgânica e avaliar a relação dos graduandos em Química com o uso de ferramentas digitais no ensino de Química.

Declaro ser esclarecido (a) e estar de acordo com os seguintes pontos:

- Ao voluntário só caberá a autorização para responder aos questionários e não haverá nenhum risco ou desconforto ao voluntário.
- Ao pesquisador caberá o desenvolvimento da pesquisa de forma confidencial, revelando os resultados, se assim o desejarem.
- O voluntário poderá se recusar a participar, ou retirar seu consentimento a qualquer momento da realização do trabalho ora proposto, não havendo qualquer penalização ou prejuízo para o mesmo.
- Será garantido o sigilo dos resultados obtidos neste trabalho, assegurando assim a privacidade dos participantes em manter tais resultados em caráter confidencial.
- Não haverá qualquer despesa ou ônus financeiro aos participantes voluntários deste projeto científico e não haverá qualquer procedimento que possa incorrer em danos físicos ou financeiros ao voluntário e, portanto, não haverá necessidade de indenização por parte da equipe científica e/ou da Instituição responsável.
- Qualquer dúvida ou solicitação de esclarecimentos, o participante poderá contatar com o pesquisador, através do e-mail: carlosheladio@hotmail.com.
- Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei livre acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados, com o pesquisador, vale salientar que este documento será impresso em duas vias e uma delas ficará em minha posse.
- Desta forma, uma vez tendo lido e entendido tais esclarecimentos e, por estar de pleno acordo com o teor do mesmo, dato e assino este termo de consentimento livre e esclarecido.

Carlos Helaidio Chaves da Costa
(Responsável pela pesquisa)

Assinatura do Participante da Pesquisa

**APÊNDICE C – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO –TCLE APLICADO
AOS PAIS OU RESPONSÁVEIS PELOS ALUNOS MENORES DE 18 ANOS**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL E MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE
CIÊNCIAS E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA**

Pelo presente Termo de Consentimento Livre e Esclarecido eu, _____, declaro para os devidos fins, que dou meu consentimento, de livre espontânea vontade para a participação do menor, _____ na Pesquisa intitulada: *“As TICs MarvinSketch e ChemSketch e sua contribuição no processo ensino-aprendizagem da Química: avaliação e utilização de software de modelagem molecular nas aulas de Química Orgânica no Ensino Médio”*, sob a responsabilidade do Professor pesquisador Carlos Helaidio Chaves da Costa.

O meu consentimento para o **referido menor** participar da pesquisa se deu após ter sido informado pelo pesquisador, de que:

- A pesquisa se justifica, pois, seu desenvolvimento gerará informações que possam melhorar o processo de ensino – aprendizagem de Química.
- Seu objetivo é avaliar a influência dos softwares MarvinSketch e ChemSketch no processo de ensino – aprendizagem de Química orgânica.
- A participação do menor será estritamente voluntária, mesmo depois de minha autorização, tendo a liberdade de se retirar do estudo, antes, durante ou depois da finalização de coleta de dados, caso venha a desejar, sem risco de qualquer penalização ou de quaisquer prejuízos pessoais ou estudantis.
- Será garantido o anonimato do menor por ocasião da divulgação dos resultados e resguardado o sigilo de dados confidenciais.
- Caso sinta a necessidade de contatar o pesquisador durante e/ou após a coleta de dados, poderei contatar o pesquisador pelo telefone: (84) – 998465526.
- Ao final da pesquisa, se for do meu interesse, terei acesso ao conteúdo da mesma, podendo discutir os dados do pesquisador.

Caicó, _____ de _____ de 2016.

APÊNDICE D – INSTRUMENTO DE AVALIAÇÃO APLICADO AOS GRUPOS A E B



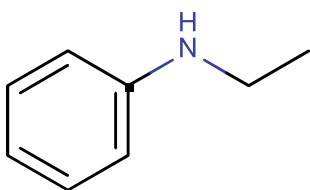
UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL E MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS
E EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

Prova de Química Orgânica

Código_____

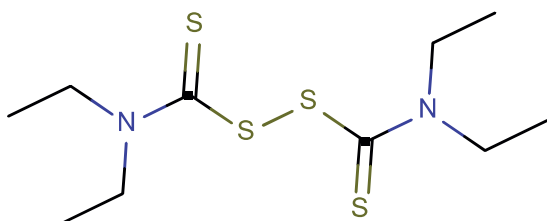
Data_____

1. A Ciência, ainda hoje, não sabe explicar o que desencadeia o processo químico da paixão, isto é, por que Maria se apaixonou pelo José se o João era mais bonito e tinha um salário melhor? O fato é que, quando a Maria encontrou o José, seu corpo imediatamente começou a produzir feniletilamina (estrutura abaixo) dando início ao delírio da paixão. Com relação a este composto, pode – se afirmar, corretamente, que:



- a) A sua cadeia carbônica é heterogênea
- b) O anel benzênico possui carbono terciário.
- c) As ligações entre os átomos de carbono do anel benzênico são saturadas.
- d) O anel benzeno presente na estrutura possui 6 átomos de hidrogênio.

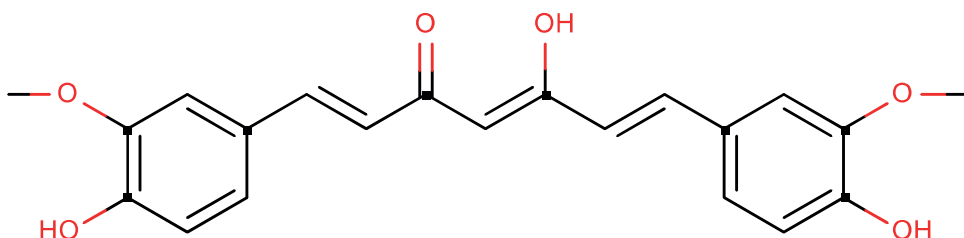
2. O medicamento dissulfiram, cuja a formula estrutural está representada abaixo, tem grande importância terapêutica e social, pois é usado no tratamento do alcoolismo. A administração de dosagem adequada provoca no individuo grande intolerância a bebidas que contenham etanol.



- a) Determine a fórmula molecular do dissulfiram
- b) Seria possível preparar um composto com a mesma estrutura do dissulfiram, no qual os átomos de nitrogênio fossem substituídos por átomos de oxigênio? Responda sim ou não e justifique.

3. Como você justificaria o fato de o ácido carbônico (H_2CO_3) ser classificado como ácido inorgânico e o ácido acético (etanoico – H_3CCOOH) ser classificado como um ácido orgânico?

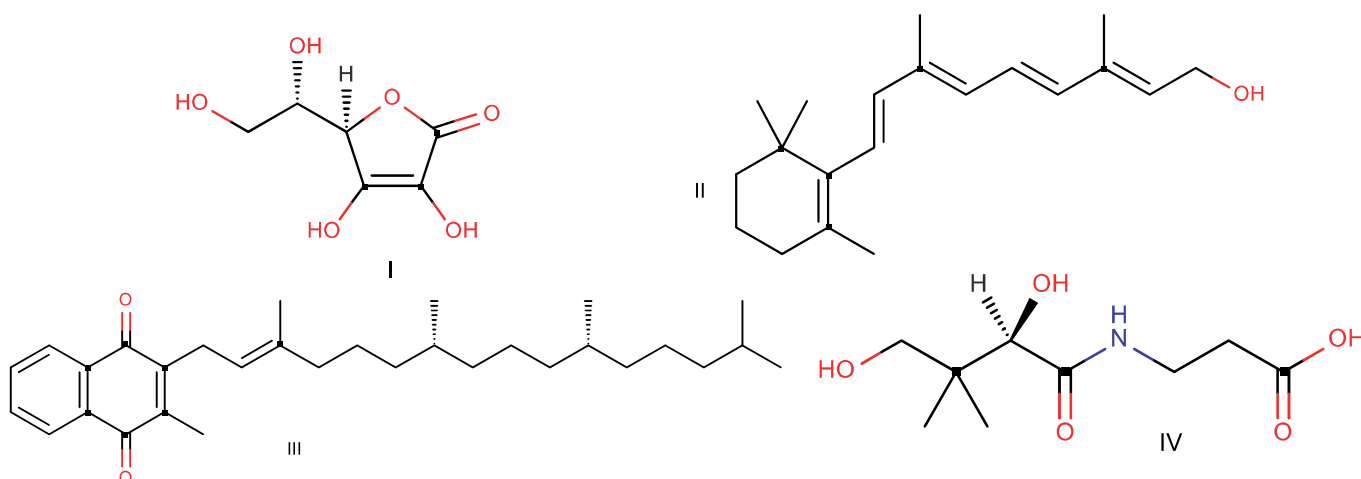
4. (ENEM) A curcumina, substância encontrada no pó amarelo-alaranjado extraído da raiz da curcuma ou açafrão-da-índia (*Curcuma longa*), aparentemente, pode ajudar a combater vários tipos de câncer, o mal de Parkinson e o de Alzheimer e até mesmo retardar o envelhecimento. Usada há quatro milênios por algumas culturas orientais, apenas nos últimos anos passou a ser investigada pela ciência ocidental.



Na estrutura da curcumina, identificam – se grupos característicos das funções:

- a) Éter e álcool
- b) Éter e fenol
- c) Éster e fenol
- d) Aldeído e éster

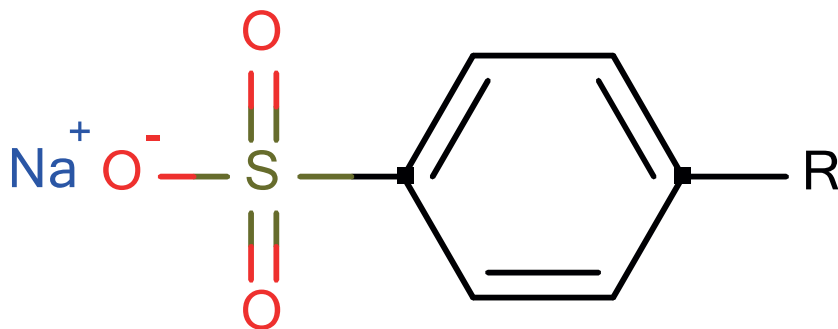
5. Alguns alimentos são enriquecidos pela adição de vitaminas, que podem ser solúveis em gordura ou em água. As vitaminas solúveis em gordura possuem uma estrutura molecular com poucos átomos de oxigênio, semelhante à de um hidrocarboneto de longa cadeia, predominando o caráter apolar. Já as vitaminas solúveis em água têm estrutura com alta proporção de átomos eletronegativos, como o oxigênio e o nitrogênio, que promovem forte interação com a água. A seguir estão representadas quatro vitaminas:



Dentre elas, é adequado adicionar, respectivamente, a sucos de frutas puros e a margarinas, as seguintes:

- a) I e IV.
- b) I e III.
- c) III e I.
- d) IV e II.

6. Os detergentes biodegradáveis se diferenciam dos detergentes não biodegradáveis pela natureza da cadeia hidrocarbônica R presente. Em ambos os produtos, o tamanho médio da cadeia é de 12 átomos de carbono, porém, enquanto os detergentes biodegradáveis possuem cadeia linear, os detergentes não biodegradáveis apresentam cadeias ramificadas. Assinale a opção cujo composto tem o mesmo tipo de cadeia presente em um detergente não biodegradável.



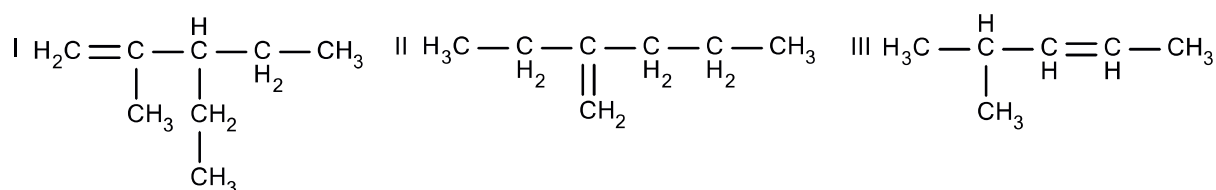
- a) Dodecano.
- b) Butano.
- c) Benzeno.
- d) 2,4,6-trimetil nonano.

7. A chamada Medicina ortomolecular preconiza a ingestão de suplementos de vitaminas (antioxidantes) e de oligoelementos (sais minerais) para combater os radicais livres. Linus Pauling, que adotou o hábito polêmico de tomar grandes quantidades diárias de vitamina C para combater os radicais livres responsáveis pela “ferrugem” do organismo, morreu de câncer de próstata, mas aos 94 anos, lúcido e em atividade. Considere os radicais relacionados a seguir:

I. Metil II. Propil III. sec-Butil IV. Isopentil V. Etil

- a) Dê a fórmula estrutural desses radicais.
- b) Indique o nome dos compostos obtidos pela união dos radicais: I e V, II e IV, III e II.

8. (Fesp-PE) Analise os nomes dos compostos de acordo com a IUPAC:



Os compostos I, II e III são, respectivamente:

- a) 2-metil-3-etil-but-1-eno; 2-etilpent-1-eno; 2-metilpent-2-eno.
- b) 2,3-dimetilpent-1-eno; 3-metil-hexano; 2-metilpentano.
- c) 2-etil-3-metilbut-3-eno; 2-metil-hex-3-eno; 4-metilpent-2-eno.
- d) 3-etil-2-metilpent-1-eno; 2-etilpent-1-eno; 4-metilpent-2-eno.

9. Considere as substâncias abaixo:

I. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

II. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{COOH}$

III. $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COCH}_3$

IV. CH_3COH

A nomenclatura IUPAC de I, II, III e IV, respectivamente, é

a) etanal, 1-propanol, butanona e etanol

b) etanol, propanoico, 2-pentanona e etanal.

c) etanol, ácido propiônico, metil-butil-éter e etanal

d) álcool etílico, propanoico, 2-pentanona e etanaldeído

10. (UFMT) Analise as seguintes informações referentes ao composto 3,7-dimetil-2,6-octadienal.

I. Apresenta dois carbonos terciários na sua estrutura.

II. Apresenta fórmula molecular $\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{O}$.

III. Apresenta cadeia homocíclica e insaturada.

IV. Apresenta três carbonos secundários na sua estrutura.

Estão corretas apenas as afirmações:

a) I e III. b) II e IV. c) I e II. d) II e III.

Organize suas respostas! Boa Sorte

ANEXOS

ANEXO A - TERMO DE AUTORIZAÇÃO DO INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO GRANDE DO NORTE - IFRN

APÊNDICE B - AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA PARA O DIRETOR



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL E MESTRADO ACADÊMICO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E
EDUCAÇÃO MATEMÁTICA

AUTORIZAÇÃO DE PESQUISA PARA O DIRETOR

Caro Diretor Acadêmico,

Eu, Carlos Helaidio Chaves da Costa, mestrando do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Estadual da Paraíba, estou desenvolvendo uma pesquisa voltada para a contribuição dos softwares Marvin Sketch e Chem Sketch no processo de ensino – aprendizagem de Química orgânica. O estudo analisará a interação dos alunos com os programas durante atividades que serão mediadas por mim professor da disciplina de Química no ensino médio.

A pesquisa se dará no período da tarde onde os alunos das turmas de informática e eletrotécnica que cursam a disciplina de Química – I de forma voluntária se dispuseram a vir no contra – turno para participar das aulas da pesquisa que ocorrerá em sala de aula e laboratório de CAD do IFRN – Campus Caicó. Certo de que a permissão e o apoio contribuirão fundamentalmente para a melhoria do ensino e aprendizagem de Química.

Eu, Prof. Alexandro Diógenes Barreto, diretor acadêmico do IFRN – Campus Caicó, permito e dou apoio para que Carlos Helaidio Chaves da Costa trabalhe com as turmas de 1º ano de eletrotécnica e 3º de informática, para que ele possa desenvolver sua pesquisa de mestrado.

Caicó, 22 de fevereiro de 2016.

Alexandro Diógenes Barreto
Diretor Acadêmico
IFRN - Campus Caicó
Mat. SIAPE 1046185
Port. nº 1665/2010-Reitoria/IFRN

ANEXO B – ROTEIRO DE AULA PARA OS ALUNOS DO ENSINO MÉDIO

Tópico 1 – Introdução a Química Orgânica e cadeias carbônicas

Texto: “A Química do amor”

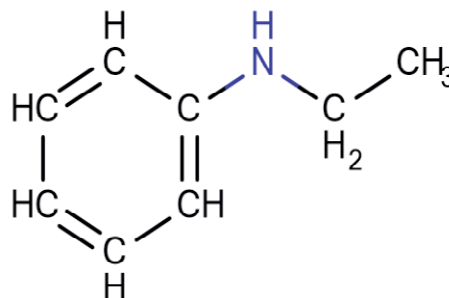
Quando uma pessoa está amando ela se torna mais gentil, alegre, adquire um ar sonhador e vive rindo à toa. O problema é que se o amor não for administrado ele pode levar a pessoa a atitudes “praticamente” ridículas. Quando aquela pessoa especial está perto acontecem alguns sintomas como suspiros, alguns ficam gogos, as mãos suando, coração acelerado, olhar perdido, entre outros... Todos os sintomas descritos acima são causados por um fluxo de substâncias químicas fabricadas no corpo de uma pessoa que está apaixonada.

* A química do amor...

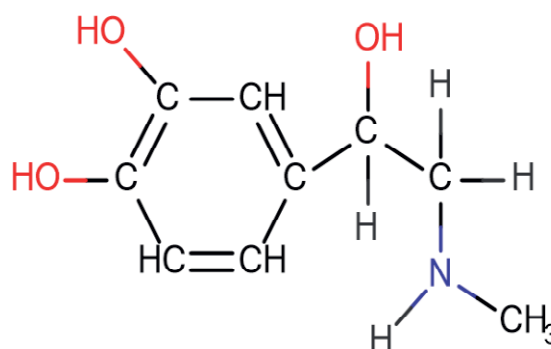


Feniletilamina (paixão) X Endorfina (amor maduro)

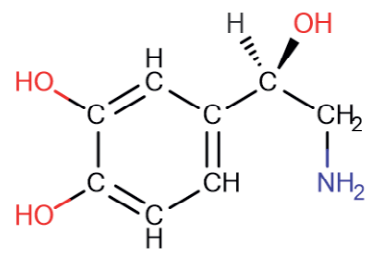
Feniletilamina : neurotransmissor



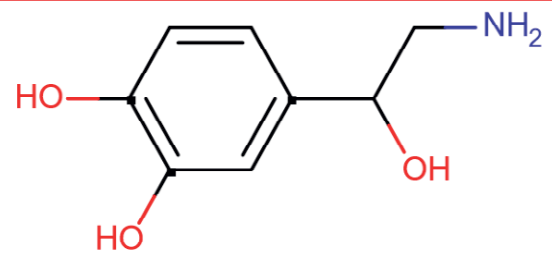
Epinefrina: estimulante (alerta)



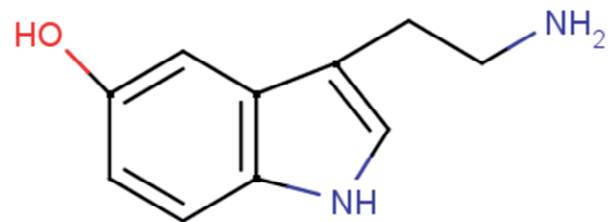
Norepinefrina: estimulante (euforia)



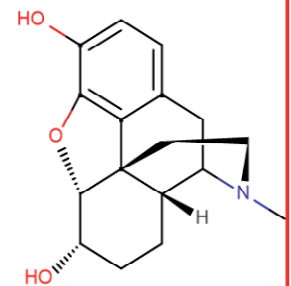
Dopamina: desejo e recompensa



Serotonina: baixos níveis

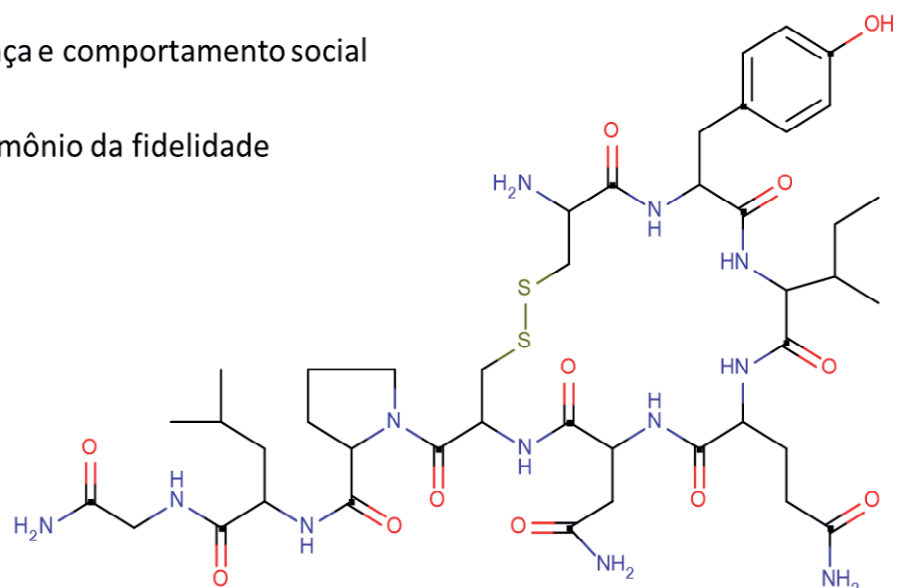


Endorfinas: (peptídios), testosterona e estradiol (hormônios)

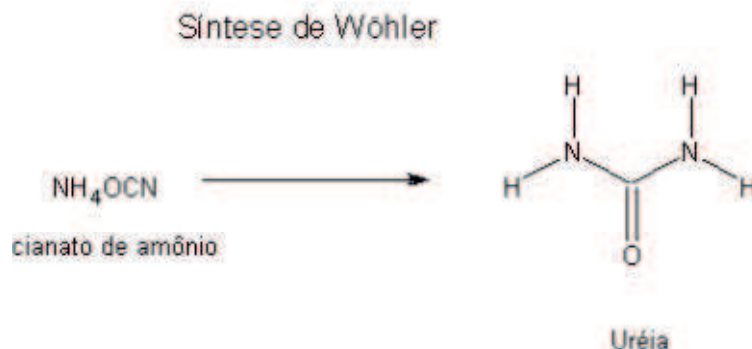


* Oxitocina: confiança e comportamento social

* Vasopressina: hormônio da fidelidade



1 – Histórico: Bergman, Berzelius e Wholer.



- 2 – Postulados de Kekulé: tetravalente, equivalência e cadeias;
- 3 – Elementos organógenos: Hidrogênio, oxigênio, enxofre, nitrogênio, halogênios.
- 4 – Ligações Químicas, construção de cadeias e classificação dos carbonos: 2-metil – propano, 2,2 – dimetilpropano, butano, etoxi-etano.
- 5 – Classificação de cadeias carbônicas: abertas e fechadas; saturadas e insaturadas; homogêneas e heterogêneas; normais e ramificadas; fechadas e aromáticas.
- 6 – Detergentes Biodegradáveis

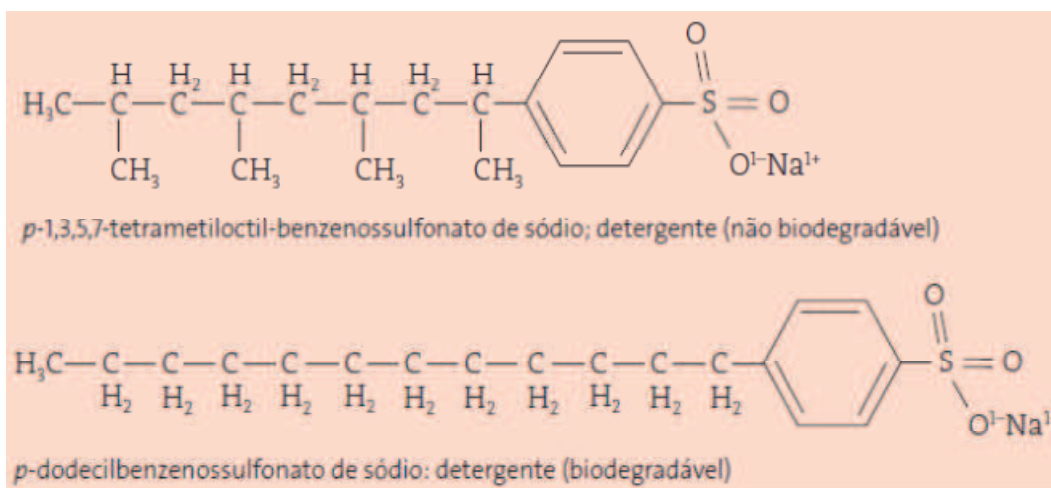
Uma substância orgânica é considerada biodegradável quando pode ser decomposta pela ação de microrganismos. Geralmente a biodegradação ou degradação biológica é um processo aeróbio – que necessita de quantidades razoáveis de oxigênio para ocorrer, por isso, também é denominada degradação aeróbia. Quando uma substância orgânica é biodegradável, os microrganismos conseguem transformá-la em íons inorgânicos, como nitrato, nitrito, fosfato e sulfato ou em moléculas simples como dióxido de carbono, CO_2 (g), e água, H_2O (l). Todos esses íons e moléculas são usados como nutrientes pelas plantas. Já quando uma substância orgânica é não biodegradável, sua decomposição não pode ser efetuada por microrganismos, mesmo na presença de elevadas quantidades de oxigênio.

Substâncias assim só podem ser degradadas por processos químicos ou físicos. Se uma substância não biodegradável é lançada ao ambiente, seus efeitos tóxicos ou poluentes vão persistir por muito tempo, causando danos que vão se acumulando e se agravando ao longo da cadeia alimentar. Os detergentes são sintéticos (por isso nem todos são biodegradáveis). A matéria-prima utilizada para fabricá-los é o petróleo. Os detergentes são sais de ácido sulfônico (derivados de ácido sulfúrico, um ácido forte) de cadeia longa.

Detergentes não biodegradáveis possuem cadeia muito ramificada como, por exemplo, a do p-1,3,5,7-tetrametiloctil-benzenossulfonato (veja fórmula estrutural abaixo). Cadeias ramificadas não são digeridas pelos microrganismos existentes na água e acabam causando sérios problemas ao meio ambiente.

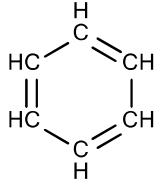
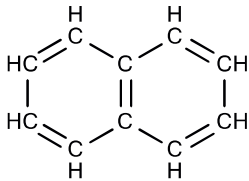
Detergentes biodegradáveis possuem cadeia normal ou linear, como o p-dodecilbenzenossulfonato de sódio, por exemplo (veja fórmula abaixo). Os detergentes de uso doméstico utilizam matéria-prima biodegradável em sua formulação. Se você colocar um pouco de água e de óleo em um copo, verá que essas substâncias formam um sistema bifásico mantendo-se separadas uma da outra, mas se você acrescentar umas gotas de detergente ao sistema, formará uma emulsão (mistura coloidal). Isso ocorre porque a molécula de detergente possui uma extremidade apolar que interage com o óleo e uma extremidade polar (aniônica) que interage com a água, misturando essas duas substâncias que sozinhas são imiscíveis (não se misturam).

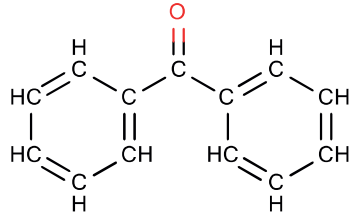
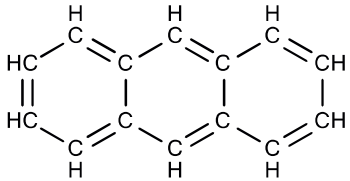
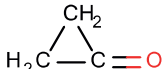
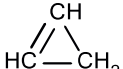
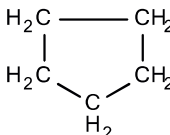
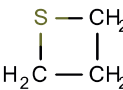
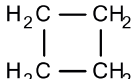
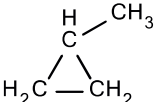
E usar um produto biodegradável é garantia de proteção ao meio ambiente? Não. Sabemos que as bactérias que decompõem a matéria orgânica biodegradável utilizam o oxigênio do meio (a água de rios para onde é despejado o esgoto doméstico) para fazer seu trabalho. Se houver muito detergente no meio, haverá grande consumo de oxigênio da água, o que pode levar à morte outras espécies que habitam o ecossistema (eutrofização).



Fonte: (FONSECA, 2013)

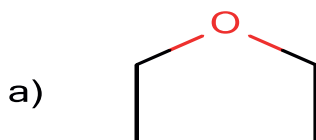
7 – Resumo sobre a classificação de cadeias carbônicas

Classificação das cadeias carbônicas		
Abertas ou acíclicas (possuem no mínimo duas extremidades)		
Quanto ao tipo de ligação entre carbonos (simples, dupla, tripla)	Saturadas: possuem apenas ligações simples entre os carbonos Exemplo: $\text{H}_2\text{N}-\text{CH}_2-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}-\text{C}(=\text{O})\text{H}$	Insaturadas: possuem pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre os carbonos. Exemplo: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}}{\text{C}}=\text{CH}_2$
Quanto a presença de heteroátomo (átomo diferente de carbono entre dois carbonos).	Homogêneas: não possuem heteroátomo. Exemplo: $\text{H}_3\text{C}-\overset{\text{O}}{\parallel}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{NH}_2$	Heterogêneas: possuem heteroátomo. Exemplo: $\text{H}_3\text{C}-\text{O}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$
Quanto a classificação dos carbonos (Primário, secundário, terciário ou quaternário)	Normais: possuem apenas carbonos primários e secundários. Exemplo: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$	Ramificadas: possuem pelo menos um carbono terciário ou quaternário. Exemplo: $\text{H}_3\text{C}-\underset{\text{CH}_3}{\underset{ }{\text{C}}}-\underset{\text{H}_2}{\text{C}}-\text{CH}_3$
Aromáticas (possuem pelo menos um núcleo aromático)		
Quanto ao número de núcleos aromáticos (ou anéis benzeno).	Mononucleares: possuem apenas um núcleo aromático. Exemplo: 	Polinucleares: possuem mais de um núcleo aromático. Exemplo: 
Quanto à disposição dos núcleos aromáticos	Isolados e polinucleares: os núcleos aromáticos não possuem átomos de carbono	Condensados e polinucleares: os núcleos aromáticos possuem átomos de carbono

	comuns. Exemplo:	comuns. Exemplo:
		
Alicíclicas (fechadas que não possuem núcleo aromático)		
Quanto ao tipo de ligação entre carbonos (simples, dupla, tripla)	Saturadas: possuem apenas ligações simples entre os carbonos Exemplo: 	Insaturadas: possuem pelo menos uma ligação dupla ou tripla entre os carbonos. Exemplo: 
Quanto à presença de heteroátomo (átomo diferente de carbono entre dois carbonos).	Homogêneas: não possuem heteroátomo. Exemplo: 	Heterogêneas: possuem heteroátomo. Exemplo: 
Quanto à classificação dos carbonos (Primário, secundário, terciário ou quaternário)	Normais: possuem apenas carbonos primários e secundários. Exemplo: 	Ramificadas: possuem pelo menos um carbono terciário ou quaternário. Exemplo: 

8 – Exercícios

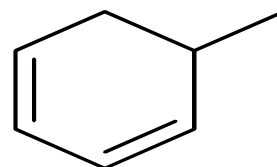
- Escreva no seu caderno a fórmula estrutural completa (mostrando os símbolos dos átomos e as ligações) e a fórmula molecular dos compostos cíclicos esquematizados a seguir:



b)

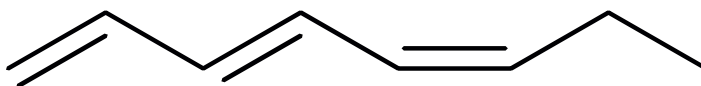


c)

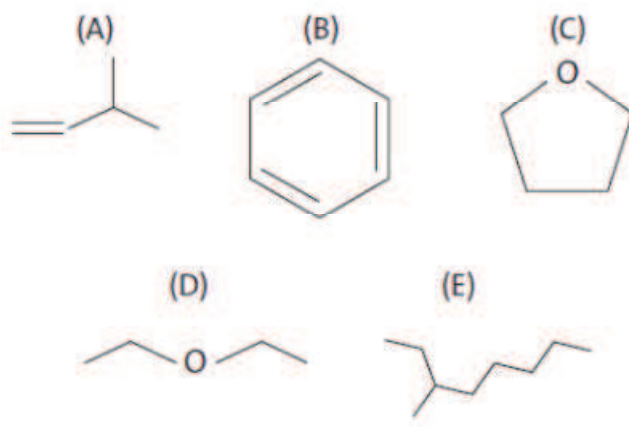


2 - No ambiente marinho, as espécies que se reproduzem por fecundação externa desenvolvem mecanismos químicos para que os gametas masculinos (espermatozoides) e os gametas femininos (oogônios) se reconheçam e se atraiam mutuamente. No caso das algas pardas do gênero *Fucus* (foto a seguir), a liberação do oogônio na água é acompanhada da produção de um hidrocarboneto denominado fucosserratenos, que, além de induzir a liberação dos espermatozoides, orienta aqueles que estão nadando sem rumo a nadarem em espiral na direção do oogônio, promovendo a fecundação. Ocorre que o fucosserratenos pode ter seu efeito imitado pelo hexano, um hidrocarboneto derivado do petróleo. Quando há um vazamento de petróleo no mar, a concentração de hexano aumenta muito na região, estimulando a emissão de espermatozoides na ausência de oogônios a serem fecundados, o que provoca uma queda

significativa na população dessas algas. Esse fato foi observado pela primeira vez em 1960, quando a *Fucus* desapareceu quase completamente da costa sudoeste da Inglaterra, após o naufrágio de um navio petroleiro. Dada a fórmula simplificada do fucosserrateno, indique sua fórmula molecular.



3 - (UFPR) A vida na Terra se organizou em torno de alguns poucos elementos, dos quais os mais encontrados na estrutura dos seres vivos são: hidrogênio, oxigênio, carbono e nitrogênio. Além da disponibilidade (esses elementos estão entre os mais abundantes na crosta terrestre e na água do mar), outros fatores devem ter contribuído para a utilização desses elementos pelos seres vivos. No que se refere ao carbono, por exemplo, a capacidade de seus átomos de se ligarem entre si, formando cadeias, que podem incluir também átomos de outros elementos, deve ter desempenhado um papel essencial. Dessa capacidade resulta a formação de um grande número de compostos e estruturas diversas, com suas diferentes propriedades. Nas figuras abaixo estão exemplos dessas cadeias.



Sobre essas cadeias, é incorreto afirmar:

- (A) é uma cadeia aberta, insaturada e ramificada.
- (B) é uma cadeia aromática.
- (C) é uma cadeia heterocíclica.
- (D) é uma cadeia acíclica heterogênea.
- (E) é uma cadeia aberta ramificada, na qual a cadeia principal tem 7 carbonos.

Tópico 2 – Nomenclatura, funções orgânicas e propriedades físico – químicas.

Texto - Estrada tecnológica para o pré-sal

“Laser, nanotecnologia e bactérias. Não, esses não são elementos de uma história de ficção científica – são ferramentas em estudo na Petrobrás para facilitar a extração de petróleo nas reservas do pré-sal, que ficam a 300 km da costa e a mais de 4 km de profundidade, incluindo 2 km da coluna de água e mais 2 km da camada de sal. [...] Embora a Petrobrás já extraia petróleo na área, essa produção corresponde a apenas entre 5% e 10% do total produzido pela companhia, que tem planos de aumentar esse fator de contribuição para 40% em 2020. [...]

Segundo o engenheiro mecânico Orlando Ribeiro, gerente geral de pesquisa e desenvolvimento de produção do Centro de Pesquisas e Desenvolvimento da Petrobrás (CENPES), a rocha que armazena o petróleo na camada pré-sal é muito dura e não há possibilidade de se usar uma

perfuradora de impacto para atingir o óleo. Por isso, a alternativa que está sendo testada é acoplar um ou mais emissores de laser em uma broca. Esses feixes de laser esquentariam a rocha, o que a tornaria mais frágil e, conseqüentemente, aumentaria a taxa de penetração das máquinas.

‘O grande desafio para isso é levar o laser até lá embaixo’, ressalta o engenheiro. ‘Pretendemos utilizar um cabo de fibra óptica, mas há uma série de dificuldades técnicas que temos de resolver antes do teste de campo, que deve ocorrer em 2015’, conta. [...]

Em relação ao uso de nanotubos, uma possibilidade é a construção de cabos condutores de eletricidade, que teriam uma condutividade dez vezes maior que a do cobre e poderiam alimentar as máquinas usadas em grandes profundidades. Em alguns reservatórios, o óleo está aderido à rocha, o que dificulta sua extração. Por isso, os pesquisadores do Cenpes estão desenvolvendo linhagens de bactérias que produzam um tipo de sabão (chamado surfactante) que deslocaria o óleo da rocha – literalmente lavando-a – e aumentaria a taxa de recuperação de petróleo.”

Fonte: FURTADO, Fred. **Ciência Hoje**, 5 jul. 2012.

Disponível em: <<http://cienciahoje.uol.com.br/noticias/2012/07/estrada-tecnologica-para-o-pre-sal>>. Acesso: 21. Out. 2012.



Fonte: Fonseca (2013).

1 – Nomenclatura

- O prefixo indica o número de átomos de carbono na cadeia.
- O intermediário indica o tipo de ligação entre carbonos.
- O sufixo indica a função a que pertence o composto orgânico.

Nome			
Prefixo	Intermediário	Sufixo	
Nº de carbonos	Saturação da cadeia	Função	Grupo Funcional
1C – MET	Saturada – AN	Hidrocarbonetos O	$\text{H}_3\text{C} - \text{CH}_3$
2C – ET	Insaturada		
3C – PROP	1 dupla – EM	Álcool OL	$\text{H}_3\text{C} - \text{OH}$
4C – BUT	2 duplas – DIEN		
5C – PENT	3 duplas – TRIEN	Aldeído AL	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{H} \end{array}$
6C – HEX	1 tripla – IN		
7C – HEPT	2 triplas – DIIN		
8C – OCT	3 triplas – TRIIN		
9C – NON	1 dupla e 1 tripla – ENIN		
10C – DEC			
11C – UNDEC			

		Cetona ONA	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$
		Ácido carboxílico ÓICO	$\begin{array}{c} \text{O} \\ \parallel \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$

2 – Alcanos, Alcenos e Alcinos: Butano, Eteno e Etino (acetileno).

Aplicações: gás natural, hormônio vegetal, PVC.

3 – Aromáticos: Anel benzeno

Aplicações: Tolueno.

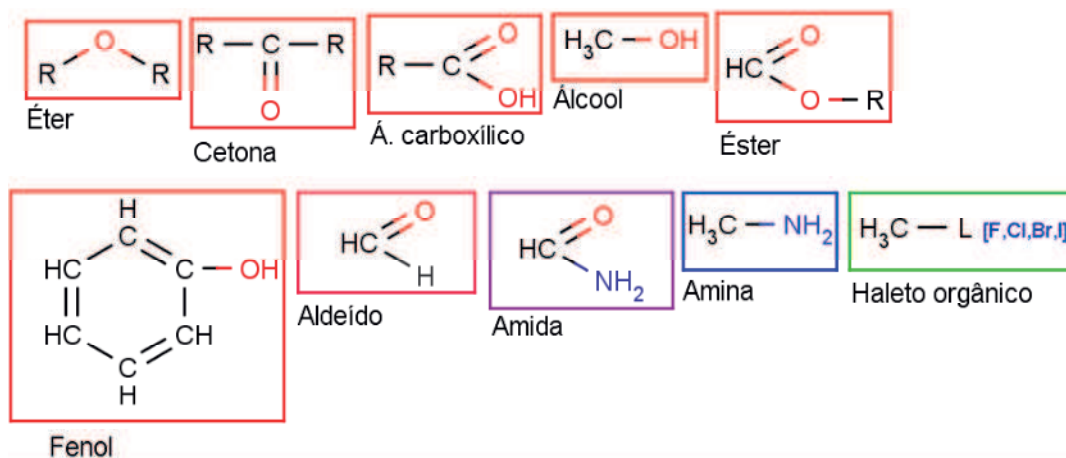
4 – Radicais

Nome	Estrutura
Metil	$\cdot \text{CH}_3$
Etil	$\begin{array}{c} \cdot \\ \text{H}_2\text{C} - \text{CH}_3 \end{array}$
Propil	$\begin{array}{c} \cdot \\ \text{H}_2\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \text{H}_2 \end{array}$
Isopropil ou s-propil	$\begin{array}{c} \cdot \\ \text{H}_3\text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \text{H} \end{array}$
Butil	$\begin{array}{c} \cdot \\ \text{H}_2\text{C} - \text{C} - \text{C} - \text{CH}_3 \\ \text{H}_2 \quad \text{H}_2 \end{array}$

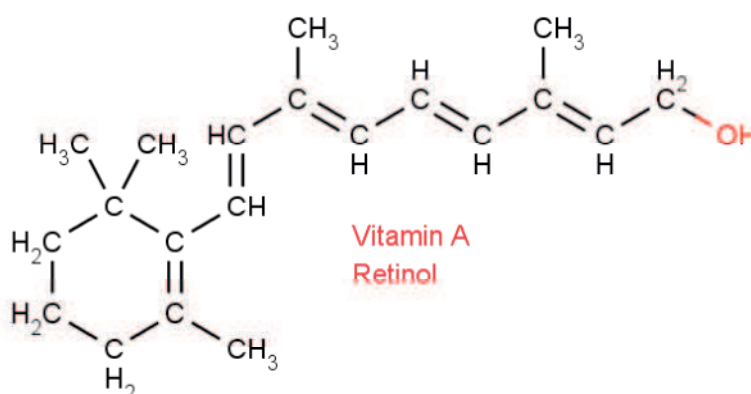
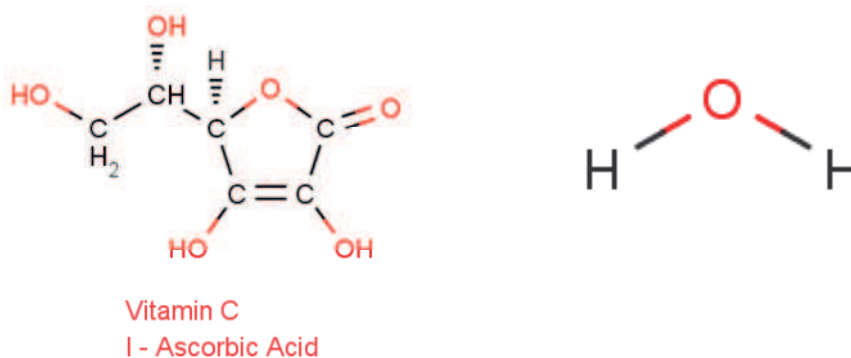
S-butil	$\text{H}_3\text{C} - \overset{\cdot}{\underset{\text{H}}{\text{C}}} - \underset{\text{H}_2}{\text{C}} - \text{CH}_3$
T-butil	$\text{H}_3\text{C} - \overset{\cdot}{\underset{\text{CH}_3}{\text{C}}} - \text{CH}_3$
Isobutil	$\text{H}_3\text{C} - \overset{\text{H}}{\underset{\cdot}{\underset{\text{CH}_2}{\text{C}}}} - \text{CH}_3$
Pentil	$\text{H}_2\overset{\cdot}{\text{C}} - \underset{\text{H}_2}{\text{C}} - \underset{\text{H}_2}{\text{C}} - \underset{\text{H}_2}{\text{C}} - \text{CH}_3$

5 - Nomenclatura de cadeias ramificadas: 7 – etil – 7 – metil – noneno – 3.

6 - Funções Orgânicas:

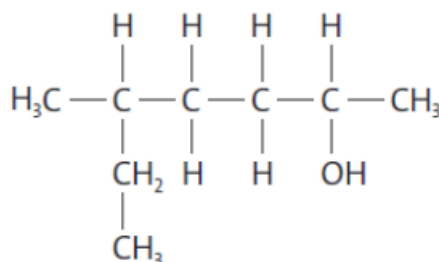


7 - Vitaminas e propriedades físico-químicas



8 – Exercícios

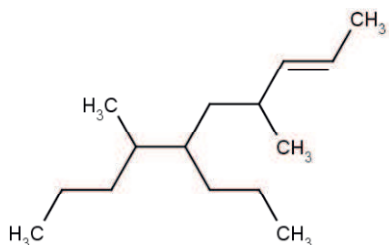
- As nuances de muitos sabores e fragrâncias naturais ocorre graças a misturas complexas. Assim, por exemplo, mais de cem substâncias contribuem para o sabor dos morangos frescos. Os aromatizantes artificiais de baixo preço, tais como os usados em caramelos e balas, consistem, geralmente, de um só composto ou de misturas muito simples. Observe os exemplos a seguir:
 - etanoato de isopentila: aroma de banana.
 - propanoato de isobutila: aroma de rum.
 - pentanoato de isopentila: aroma de maçã.
 Forneça a fórmula estrutural dos ésteres acima.
- De acordo com a IUPAC, o nome do composto que apresenta a fórmula estrutural a seguir é:



- 5-metil-heptan-2-ol.

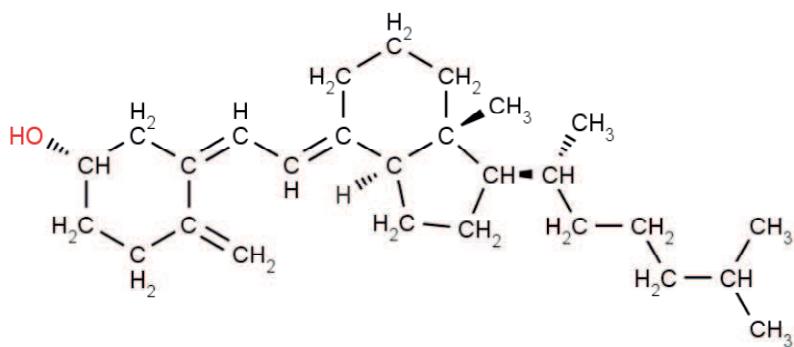
- b) 2-etil-hexan-2-ol.
- c) 5-etil-hexan-2-ol.
- d) 2-etil-hexan-5-ol.
- e) 3-metil-heptan-5-ol.

3. Repita a construção da estrutura abaixo ($C_{15}H_{30}$) (mostrando os átomos de carbono) e dê a nomenclatura oficial de acordo com a IUPAC.

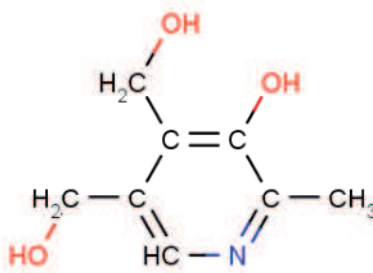


4. Classifique as vitaminas abaixo em hidrossolúveis ou lipossolúveis.

Vitamina D



Vitamina B6



ANEXO C – QUESTIONÁRIO II ON-LINE

Questionário sobre tecnologias e ensino de Química	
*Obrigatório	
Em qual dia você participou das aulas ? * ☐ Quinta-Feira ☐ Sexta-Feira	Sexo * ☐ Masculino ☐ Feminino
Qual o seu código ? * Sua resposta	Você tem computador em casa ? * ☐ Sim ☐ Não
Qual a sua idade ? * Sua resposta	Tem acesso a internet em casa ? * ☐ Sim ☐ Não
Você costuma usar o computador para que finalidade ? * Sua resposta	
Na escola, os professores utilizam, ou já utilizaram em suas aulas recursos tecnológicos ? Quais e com que frequência ? * Sua resposta	
Você gostaria que mudasse algo, nas aulas de Química ? * Sua resposta	
O que você acha de utilizar o computador e um software educativo nas aulas de Química Orgânica ? * Sua resposta	
Marque abaixo quais as suas principais dificuldades para aprender o conteúdo de Química Orgânica ? ☐ Não tenho interesse ☐ Não gosto das aulas ☐ Não estudo em casa ☐ Não conheço a nomenclatura ☐ Não sei escrever a fórmula estrutural dos compostos orgânicos	
Qual a sua opinião sobre as aulas de orgânica que você participou ? (nessas duas semanas) * Sua resposta	
ENVIAR	

Fonte: <https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSdDXuR4NaSfxDoEfNrZHc552ZBNTe9S_CCIaMRrylbSqc4ENw/viewform?c=0&w=1>