

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM QUÍMICA

**“MÉTODOS MULTIMÍDIAS NO ENSINO DE CONCEITOS DE
QUÍMICA”**

Thais Moreno Priolli

Dissertação apresentada como parte dos requisitos para obtenção do título de MESTRE PROFISSIONAL EM QUÍMICA, área de concentração: ENSINO DE QUÍMICA.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Carlos Gomide Freitas
Co-Orientadora: Prof^a Dr.^a Elaine Gomes Matheus Furlan

São Carlos - SP
2015

Ficha catalográfica elaborada pelo DePT da Biblioteca Comunitária UFSCar
Processamento Técnico
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

P958mm Priolli, Thais Moreno
Métodos multimídias no ensino de conceitos de
química / Thais Moreno Priolli. -- São Carlos :
UFSCar, 2015.
165 p.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal de
São Carlos, 2015.

1. Tecnologia. 2. Ensino de química. 3. Simulação
química. 4. Laboratório virtual. 5. Videoaula química.
I. Título.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS

Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia
Programa de Pós-Graduação em Química

Folha de Aprovação

Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado do candidato Thais Moreno Priólli, realizada em 10/08/2015:

Prof. Dr. Luiz Carlos Gomide Freitas
UFSCar

Prof. Dr. Ossamu Hojo
UNESP

Profa. Dra. Clelia Mara de Paula Marques
UFSCar

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus por me iluminar, dar força e coragem para desenvolver esse trabalho.

Aos meus pais pela educação, incentivo, apoio e compressão.

Ao meu irmão pelo apoio e colaboração.

À todos meus os familiares pelo incentivo e entendimento das minhas ausências.

Aos meus amigos e amigas pelo apoio, paciência e entendimento das minhas ausências.

Aos meus amigos de pós-graduação pelo apoio e incentivo.

Ao professor Dr. Luiz Carlos Gomide Freitas, por acreditar no meu trabalho e, por me auxiliar nesse projeto.

À professora Dr^a. Elaine Gomes Matheus Furlan pelo incentivo, auxílio na escrita da dissertação e, colaboração na parte da aplicação na escola.

À professora Dr^a. Clelia Mara Marques pelos ensinamentos, incentivos e apoio.

À professora Dr^a. Elma Neide Vasconcelos Martins pelas caronas até Araras.

À Larissa pela colaboração do desenvolvimento do trabalho na escola.

Ao Herbert pelo auxílio e apoio com o *software* “Virtual ChemLab”.

Ao Aldo pela colaboração nas filmagens e edição de alguns vídeos e, ensinamentos.

À todos que colaboraram de algum forma, meu muito obrigada!

LISTA DE ABREVIATURA

EAD - Educação a Distância

FCEQ - Ferramentas Computacionais para o Ensino de Química

FEUSP - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

HQ - Histórias em Quadrinhos

LQT- UFSCar - Laboratório de Química Teórica da Universidade Federal de São Carlos.

MEC - Ministério de Educação

MEQVT- Metodologia de Ensino Química via Telemática

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais

PIBID - Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

PUC - Pontifícia Universidade Católica

RIVED - Rede Internacional Virtual de Educação

SEED- Secretária de Educação a Distância

TIC - Tecnologia de Informação Comunicação

UFC - Universidade Federal do Ceará

UFFS – Universidade Federal Fronteira do Sul

UFMT - Universidade Federal do Mato Grosso

UFSCar - Universidade Federal de São Carlos

UNIR - Universidade Federal de Rondônia

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.3- Vídeo “Reações Endotérmicas e Exotérmicas”	96
QUADRO 2.3- Vídeo “Conhecendo o Calorímetro”	98
QUADRO 3.3- Vídeo “Calorias dos Carboidratos e Lipídeos”	99
QUADRO 4.3- Vídeo “Combustão do Etanol, Metanol e Sacarose”	101
QUADRO 5.3- Vídeo “Titulação Ácido-Base”	102
QUADRO 6.3- Vídeo “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular (S_N2)”	104
QUADRO 7.3- Vídeo “Reação de Eliminação Bimolecular ($E2$)”	105
QUADRO 8.3 - Contribuição da aula com recursos multimídia	112
QUADRO 9.3. - Contribuição da atividade para o interesse na aula	114
QUADRO 10.3 – Agrupamentos das questões Q2 e Q3.....	114
QUADRO 11.3- Dificuldades dos alunos	119
QUADRO 12.3- Fatores que possibilitaram os alunos não sentirem dificuldades	121
QUADRO 13.3- Contribuições da visualização das moléculas	129
QUADRO 14.3- Mais interessante na aula	131
QUADRO 15.3- Contribuições dos recursos multimídias, baseados nas questões Q3 a Q7 da aula AA1 e nas questões Q3, Q4 e Q6 da aula AA2, respondidas pela licencianda (L1) e professora (P2)	136
QUADRO 16.3- Dificuldades das aulas com recursos multimídias, baseados nas questões Q5 e Q7 da aula AA1, respondidas pela professora P2 e pela licencianda (L1)	138

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1.2 - Tela inicial do <i>software</i> Virtual ChemLab.....	62
FIGURA 2.2 - Tela do livro de experimento (<i>Workbook</i>)	63
FIGURA 3.2 - Experimento de titulação.....	64
FIGURA 4.2 - Tela do Laboratório Geral de Química (<i>General Chemistry Laboratory</i>)	64
FIGURA 5.2 - Tela do laboratório de calorimetria.....	65
FIGURA 6.2 - <i>Lab book</i> – Caderno de anotações aberto.....	66
FIGURA 7.2 - A- painel de controle da bomba calorimétrica com botão “ <i>Save</i> ”; B- painel de controle da bomba calorimétrica com botão “ <i>Stop</i> ”	67
FIGURA 8.2 - Almojarifado do laboratório de calorimetria.....	68
FIGURA 9.2 – <i>Zoom</i> na Balança Analítica.....	69
FIGURA 10.2 - A- laboratório com calorímetro na bancada do almojarifado; B- calorímetro indo para o local indicado; C- calorímetro no local que foi indicado para ser colocado.	70
FIGURA 11.3- Gráfico indica os números de visualizações de cada videoaulas.....	107
FIGURA 12.3- Gráfico das respostas dos alunos referente a questão Q1.....	110
FIGURA 13.3- Gráfico das respostas dos alunos referente a questão Q2.....	111
FIGURA 14.3- Gráfico das respostas dos alunos referente a questão Q3.....	113
FIGURA 15.3- Gráfico das respostas dos alunos referente a questão Q4.....	118
FIGURA 16.3- Gráfico referente as respostas dos alunos indicando as dificuldades.....	119

FIGURA 17.3- Gráfico referente as respostas dos alunos indicando os fatores que possibilitaram os alunos não sentirem dificuldades.....	121
FIGURA 18.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q1.....	127
FIGURA 19.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q2.....	127
FIGURA 20.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q3 indicando as contribuições das visualizações das moléculas.....	129
FIGURA 21.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q4 o que foi mais interessante na aula.....	131

RESUMO

MÉTODOS MULTIMÍDIAS NO ENSINO DE CONCEITOS DE QUÍMICA: Os recursos multimídias podem auxiliar na visualização de aspectos fundamentais para o ensino de Química, principalmente, pelo fato dessa disciplina apresentar alguns conteúdos de difícil entendimento para os estudantes. Além disso, tais ferramentas tecnológicas motivam e atraem os alunos para o estudo de química, que atualmente é visto por grande parte deles como uma disciplina desinteressante. Assim, um dos objetivos desse trabalho é desenvolver aulas e videoaulas nas quais sejam utilizados os seguintes recursos: *softwares* de simulação de moléculas, *software* de simulação de experimentos (laboratório virtual de química) e vídeos, com possibilidades de divulgação científica e uso de novas metodologias. A divulgação científica ocorreu por meio das videoaulas disponibilizadas na Internet, com reflexões de dados obtidos. As aulas presenciais com recursos multimídias foram desenvolvidas com alunos do Ensino Médio e uma licencianda em química, com o propósito de incentivar futuros professores de química ao uso de recursos multimídias como possibilidades no trabalho docente. Neste trabalho, utilizou-se questionários procurando verificar as opiniões dos alunos e professores da educação básica e da licencianda, sujeitos desta pesquisa, sobre o uso de recurso multimídia no ensino. Os resultados indicam algumas contribuições dos recursos multimídias, assim como, algumas dificuldades encontradas.

Palavras chaves: ensino de química; TICs; recursos multimídia; experimentação.

ABSTRACT

MULTIMEDIA METHODS IN TEACHING CHEMISTRY

CONCEPTS: Multimedia resources can aid in visualizing fundamentals aspects to the teaching chemistry, mainly, by the fact that there are some contents which are of difficult understanding by the students. In addition, those technological tolls motivate and attract students for the study of chemistry, which is currently seen for most students of them as an uninteresting discipline. Therefore, one of the goals of this work is the develop lessons and videos classes, which uses simulation software features of molecules, simulation experiments (virtual chemistry lab) and videos, with possibilities of scientific dissemination and the use of new methodologies. The scientific dissemination occurred through the video lectures which are available on the Internet, with reflections of data obtained. The classroom with multimedia resources were developed with high school students and a licensed in Chemistry, with the purpose of encourage future teachers of Chemistry to the use of multimedia resources as possibilities in teaching work. In this research, were used questionnaires seeking to verify the opinions of students and teachers basic education, and of the licensed in Chemistry, who were subjected to this research, about the use of multimedia resource in teaching. The results indicated some contribution of the multimedia resources likewise, as well as some difficulties.

Key words: Teaching of Chemistry; ICTs; Multimedia resources; Experimentation.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	1
INTRODUÇÃO	2
OBJETIVOS.....	7
CAPÍTULO 1 - REFERENCIAIS TEÓRICOS	9
1.1- MULTIMÍDIA	9
1.2 - COMPUTADOR	9
1.3 – INTERNET	12
1.4 - VÍDEO NA EDUCAÇÃO	16
1.4.1- O USO INADEQUADO DO VÍDEO.....	21
1.5 - RECURSOS COMPUTACIONAIS NO ENSINO DE QUÍMICA	25
1.5.1- SIMULAÇÃO E ANIMAÇÃO	32
1.5.1.1 - SIMULAÇÃO DE OBJETOS MOLECULARES	35
1.5.1.2 - SIMULAÇÃO DE EXPERIMENTOS	38
1.5.1.3 - EXPRESSÕES VERBAIS UTILIZADAS COM ANIMAÇÃO OU SIMULAÇÃO	44
1.5.1.4 - ERROS CONCEITUAIS NAS ANIMAÇÕES, SIMULAÇÕES E IMAGENS	46
1.6 - PROFESSORES E FERRAMENTAS TECNOLÓGICAS	47
CAPÍTULO 2 –METODOLOGIA	57
2.1 - O SOFTWARE VIRTUAL CHEMLAB – LABORATÓRIO VIRTUAL DE QUÍMICA	61
2.1.1- CARACTERÍSTICAS PEDAGÓGICAS E TÉCNICAS.....	70
2.2 - VIDEOAULAS DE QUÍMICA	82
2.3 - AULAS DE QUÍMICA COM RECURSOS MULTIMÍDIAS	88
2.3.1 - COMBUSTÃO DO OCTANO E DO ETANOL	89
2.3.2 - POLARIDADE DAS MOLÉCULAS	92
CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	95
3.1 - VIDEOAULAS DE QUÍMICA	95

3.1.1 - REFLEXÃO SOBRE AS VIDEOAULAS DE QUÍMICA	105
3.2 - AULAS COM RECURSOS MULTIMÍDIAS	108
3.2.1 - OPINIÕES DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À AULA “COMBUSTÃO DO ETANOL E DO OCTANO”	108
3.2.2 - OPINIÕES DOS ALUNOS EM RELAÇÃO À AULA “POLARIDADE DAS MOLÉCULAS”	126
3.3 - AULAS COM RECURSOS MULTIMÍDIAS – REFLEXÕES SOBRE AS RESPOSTAS DA PROFESSORA E LICENCIANDA EM QUÍMICA	133
3.3.1- OPINIÕES DA PROFESSORA E LICENCIANDA EM RELAÇÃO ÀS CONTRIBUIÇÕES E ÀS DIFICULDADES DAS AULAS COM RECURSOS MULTIMÍDIAS	133
3.3.2 - O USO DE RECURSOS MULTIMÍDIAS NA PRÁTICA DOCENTE/ INCENTIVO	140
CAPÍTULO 4 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	143
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	147
ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DO VIRTUAL CHEMLAB	160
ANEXO B- REPORTAGEM DA PALESTRA REALIZADA NA UFFS- REALEZA-PR	161
APÊNDICE A – QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS SOBRE A AULA “COMBUSTÃO DO ETANOL E DO OCTANO”	162
APÊNDICE B QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORA(S) E PARA LICENCIANDA SOBRE A AULA “COMBUSTÃO DO ETANOL E DO OCTANO”	163
APÊNDICE C QUESTIONÁRIO PARA ALUNOS SOBRE A AULA “POLARIDADE DAS MOLÉCULAS”	164
APÊNDICE D. QUESTIONÁRIO PARA PROFESSORA(S) E PARA LICENCIANDA SOBRE A AULA “POLARIDADE DAS MOLÉCULAS”	165

APRESENTAÇÃO

Após concluir a graduação, procurei um curso de pós-graduação para desenvolver um trabalho com o *software* “Virtual ChemLab”, o qual foi-me apresentado por um membro de sua empresa fornecedora. Escolhi o Mestrado Profissional em Ensino de Química oferecido pelo Programa de Pós-Graduação em Química na Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) para desenvolver o projeto.

Uma vez graduada, dei início à docência em escola pública, ciente das dificuldades que iria encontrar, uma vez que estudei e fiz estágio durante a graduação na rede pública de ensino. O desinteresse dos alunos é uma dessas adversidades previstas, entretanto, existem discentes interessados e capazes de acompanhar o que é transmitido pelos professores, além de terem a perspectiva de continuarem a formação educacional após o Ensino Médio. Com o intuito de estimular os alunos desinteressados e oferecer suporte adicional para aqueles interessados, decidi desenvolver o projeto de mestrado com o *software* “Virtual ChemLab” em escolas públicas.

Refletindo sobre a minha formação e minha vivência na escola, atentei que poucas metodologias que fazem uso de recursos tecnológicos foram exploradas ao longo do meu processo educacional. Notei também que não são todos os professores que utilizam recursos como, por exemplo, o computador na escola. Assim, propus-me a trabalhar em um projeto que incentivasse alunos do curso de licenciatura a utilizarem essas ferramentas.

Após conversar com o orientador, o trabalho de vídeo foi proposto como um dos meios de divulgar informações científicas na Internet, seja para aluno ou qualquer pessoa com interesse em adquirir conhecimento. Assim, com o propósito de divulgar o conhecimento da química a elaboração de videoaulas de química foi incluída no projeto.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, cada vez mais surgem novas tecnologias na sociedade. Atualmente, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) fazem parte de nossas rotinas e são observáveis em diversas áreas. Particularmente na área de educação têm-se disponíveis novos materiais educativos digitais como os *softwares* educacionais. Contudo, para que as tecnologias proporcionem melhores benefícios na educação deve-se ter mudanças nos currículos, assim como nas metodologias pedagógicas e nas funções do professor.

As crianças e os jovens têm contato com o mundo de tecnologias desde cedo, razão pela qual apresentam amplo interesse por aparelhos tecnológicos assim como facilidade em manuseá-los. De acordo com DALLACOSTA e colaboradores (1998), os computadores atraem e motivam os estudantes a aprender.

Os Parâmetros Nacionais Curriculares (PCN) propõem a utilização de diferentes tecnologias na educação, além de sugerirem que os alunos devam ser capacitados para utilizar essas tecnologias. DALLACOSTA e colaboradores (1998) reforçam essa ideia ao mencionar que os computadores fazem parte do ensino e que os alunos se preparam para o mercado de trabalho ao utilizá-los. Ademais, MEDEIROS (2008) cita que essas tecnologias motivam os alunos pelo estudo da disciplina e dinamizam o processo de ensino-aprendizagem quando aplicadas no contexto educacional.

As TICs possibilitam um maior número de informações através dos textos didáticos/científicos e dos materiais educativos digitais que oferecem, além de contribuírem para uma aprendizagem mais dinâmica e inovadora. Entre os materiais educativos digitais disponíveis, encontram-se jogos educativos, simulações, animações, atividades via computador, vídeos, videoaulas, entre outras. Entre os benefícios que os materiais educativos digitais oferecem, destaca-se que eles são auxiliares do estudo fora do ambiente escolar, isto é, em

ambiente nos quais não há a presença pessoal do professor. Tais materiais, são utilizados em cursos de Educação à Distância (EaD) e/ou semi presenciais, o que não exclui, contudo, a possibilidade de serem usados na modalidade presencial de ensino.

A visualização no ensino de química, segundo FERREIRA e ARROIO (2013), é um “novo campo de pesquisa”, uma vez que ela auxilia e facilita a compreensão de conceitos e fenômenos. As ilustrações e as representações são utilizadas pelo homem desde a antiguidade e, atualmente, têm sido aperfeiçoadas em razão do desenvolvimento tecnológico. Os recursos multimídias podem beneficiar muito o ensino de química, pois podem promover a visualização de conteúdos bastante abstratos e de difícil entendimento. Outro benefício dos recursos multimídias é que eles motivam e atraem os alunos para o estudo de química que, atualmente, é uma disciplina vista como desinteressante por grande parte dos alunos.

Em face à importância dos recursos tecnológicos no ensino de Química, foram utilizados no presente estudo: programa de simulação de moléculas, o programa de simulação de experimentos e os vídeos disponibilizados na Internet. Os *softwares* de simulação de moléculas que geravam imagens de representações de átomos, estruturas e polaridade das moléculas e da reação química a nível microscópico. Assim sendo, tornava-se possível que o aluno observasse as estruturas das moléculas, analise o que estava acontecendo na reação ou com as moléculas e compreenda os conceitos teóricos envolvidos.

Os *softwares* de experimentação reproduzem um laboratório virtual de química, a partir do qual é possível que o usuário interaja e consiga reproduzir experimentos químicos, que estão previstos nos currículos escolares, o que justifica sua importância. Experimentos motivam os alunos a estudar, possibilitam a inserção de conceitos por meio do nível de representação macroscópica e minimizam a distância entre a realidade e os conteúdos teóricos (VIEIRA, 2011).

Em muitas escolas, a realização de experimentos é inviável devido à falta

de laboratórios, de materiais (vidraria e equipamentos) e reagentes, além de fatores que estão relacionados aos professores, como: tempo de preparo do experimento, números elevados de alunos por turma e a ausência de técnico no laboratório (ARRUDA e LABURÛ, 2009). Desse modo, apresentam-se outras vantagens da utilização de *softwares* no ensino de química: experimentos realizados em laboratórios virtuais não necessitam de um laboratório físico, de materiais e reagentes, não apresentam riscos ambientais, oferecem maior segurança e, ainda, permitem interação dos alunos com as ferramentas virtuais.

Os recursos multimídias também possibilitam que professores e alunos criem materiais educativos, entre os quais destaca-se a produção de vídeo. Vídeos transmitem imagens em movimento, além de serem atraentes e motivacionais aos alunos.

No presente estudo, foram elaboradas videoaulas, que configuram um recurso midiático que apresenta o conteúdo de forma organizada e clara, possibilitando a inserção de imagens oriundas de outras mídias. Os professores podem elaborar vídeos, auxiliar os alunos na criação de vídeos referentes ao conteúdo trabalhado em sala de aula ou, ainda, filmar experimentos, procedimentos que favorecem uma interação entre alunos e professores no processo de aprendizagem, o que se acredita que gere motivação por parte dos alunos.

Um trabalho sobre o uso de *softwares* de experimentação em química a ser destacado é o estudo de SOUZA e colaboradores (2005) que apresentam dados da utilização de um *software* de experimentação sobre titulação denominado de “Titulando 2004”. Após a aplicação do *software* com os alunos, a maior parte deles relatou que o *software* favoreceu a compreensão do conteúdo abordado.

As ferramentas tecnológicas devem ser inseridas na educação pelo professor, entretanto, tem-se percebido que há o predomínio de metodologias tradicionais no ensino de química e, as TICs são pouco utilizadas. A não inserção

dessas ferramentas justifica pela insegurança dos professores, que pouco tempo têm disponível para conhecê-las e, conseqüentemente, preparar aulas diferenciadas. Há também uma grande defasagem na formação dos profissionais da educação na área de tecnologia, vemos que muitos professores não tiveram contato com as tecnologias em sua formação e, portanto apresentam dificuldade em planejar uma aula utilizando recursos tecnológicos. As tecnologias provocaram uma mudança no modo de trabalho do professor, pois, hoje elas representam mais um instrumento de trabalho e não irá substituí-los. É necessário, porém, que o professor se atualize, aprendendo a utilizar as ferramentas tecnológicas, com a finalidade de, exercer a função de mediador entre os recursos tecnológicos e a aprendizagem, além de enxergar nas tecnologias o aperfeiçoamento de sua prática pedagógica (VIEIRA, 2011).

Em síntese, as principais dificuldades relacionados ao ensino de química envolvem o desinteresse dos alunos, a dificuldade do entendimento de conceitos abstratos e a falta de preparo do professor para utilizar as tecnologias no ensino. Ao analisar tais aspectos, surgiu o interesse de buscar ampliar a discussão na área, motivo pelo qual esta pesquisa pretende responder/entender melhor a seguinte questão: diante das dificuldades para inserir as tecnologias no ensino de química, principalmente no Ensino Médio público, é possível utilizá-las proporcionando benefícios para os alunos e para o professor?

Este trabalho está dividido nos seguintes capítulos.

No Capítulo 1 é apresentado o referencial teórico que envolve esse trabalho.

No Capítulo 2 refere-se a metodologia de pesquisa e, está dividido em três partes: apresentação e características do *software* “Virtual ChemLab”; elaboração de videoaulas de química que foram inseridas na Internet, com a finalidade de divulgação científica e; desenvolvimento de atividades com recursos multimídias com alunos do Ensino Médio, em parceria com uma licencianda em química (estagiária).

No Capítulo 3, são expostos os resultados das videoaulas e aulas. Sobre as videoaulas são exibidos os dados obtidos na Internet e reflexões sobre os comentários dos espectadores dos vídeos. Com relação as aulas com recursos multimídias são apresentadas análises das respostas dos questionários direcionados para alunos, para o professor da educação básica e para a licencianda em química.

Por fim, no Capítulo 4 contém as considerações finais.

OBJETIVOS

Os objetivos do presente estudo são mencionados a seguir.

Objetivo Geral: apresentar novas tecnologias de ensino que permitam a visualização de alguns conceitos químicos, além de verificar a motivação e possibilidade de uso com os alunos da educação básica e com futuros professores.

Objetivos específicos:

- desenvolver aulas e videoaulas que utilizam recursos multimídias com possibilidades de divulgação científica e uso de metodologias para o ensino de química;
- verificar a opinião dos alunos do Ensino Médio em relação às contribuições e às dificuldades da utilização de novas metodologias com recursos multimídias;
- verificar a opinião de professores e futuros professores sobre as dificuldades e contribuições do uso de novas tecnologias no ensino;
- incentivar alunos de cursos de licenciatura em química em considerar o uso de recursos multimídias como possibilidades de trabalho docente.

CAPÍTULO 1 - REFERÊNCIAS TEÓRICOS

O presente capítulo apresenta os principais conceitos relacionados à multimídia e recursos tecnológicos, além de uma breve discussão na área de ensino de química sobre a temática que envolve este trabalho.

1.1 - Multimídia

Multimídias segundo SILVA (1994), citado por DALLACOSTA et al. (1998), são os “múltiplos meios de armazenamento e recuperação de informações sob a forma de texto, vídeo, sons e imagens”. MELEIRO e GIORDAN (1999) seguem a mesma linha de definição, com o acréscimo de interatividade. Para esses autores, a multimídia deve apresentar interatividade e pluralidade dos meios (rádio, televisão, projetor de slides) no ensino. Um dos meios multimídias é o computador, que apresenta as informações de forma multissensorial, integrada, intuitiva e interativa (CHAVES, 1991).

1.2 - Computador

A sociedade modificou-se, vem sendo transformada e as tecnologias, como os computadores, surgiram ao longo dessas mudanças. O computador é uma ferramenta que, além de textos, produz sons, vídeos e interatividade. De acordo com MORAN (2003), o computador é um importante recurso, que apresenta diversas funções e aplicações:

“o computador nos permite pesquisar, simular situações, testar conhecimento específico, descobrir novos conceitos, lugares, ideias. Produzir novos textos, experiências, vídeos. As possibilidades vão desde seguir algo pronto (tutorial), apoiar-se em algo semi desenhado para complementá-lo até criar algo diferente, sozinho ou com outros” (MORAN, 2003, p.44)

O computador está fortemente presente na sociedade, inclusive na educação. Conforme BARÃO (2006), o computador é “uma ferramenta educacional, uma ferramenta de complementação, de aperfeiçoamento e de

possível mudança na qualidade de ensino”. O computador, o livro-didático, a televisão e o vídeo são ferramentas do professor, que podem ser utilizadas sozinhas ou acompanhadas de outra ferramenta.

Segundo VALENTE (1993), os principais componentes para que seja possível inserir o computador na educação são: o computador, o *software* educativo, o professor capacitado para usar o computador como meio educacional e o aluno.

Na educação, o computador é usado para ensinar sobre essa máquina e seus programas (ensino sobre computação) ou para ensinar outros conteúdos por meio dele (ensino por meio do computador). Ainda de acordo com o mesmo autor, a diferença entre ensino sobre computação e o ensino por meio do computador é que no, primeiro caso, o aluno adquire conceitos computacionais e, no segundo caso, o aluno adquire conceito por meio da máquina.

Aliás, o autor indica que existem diferentes abordagens de ensino que utilizam o computador, pois há um grande número de programas desenvolvidos que auxiliam o processo de ensino aprendizagem, como o “Lego-Logo”.

A inserção do computador na educação provoca questionamentos nos métodos de ensino-aprendizagem empregados, que geram posições a respeito do seu uso. Há três posições sobre o uso do computador na educação: indiferença, ceticismo e otimismo. O autor entende a indiferença, como desinteresse ou apatia.

Um dos argumentos dos céticos, é que o computador provoca desumanização, motivo pelo qual os céticos acreditam que o professor pode ser substituído pelo computador e, ainda, que o excesso de interação das crianças com o computador pode torná-las indivíduos desumanos. Outro argumento cético, é que muitos não vivenciaram uma educação que tenha feito uso do computador como ferramenta pedagógica. Dessa forma, a introdução do computador no ambiente escolar é um grande desafio e, além disso, o uso do computador acarreta mudanças na função dos professores, de transmissor de conhecimento para mediador da ferramenta e aprendizagem do aluno.

Outra visão do uso do computador é a otimista que, de acordo com VALENTE (1993), é aquela que postula que o computador faz parte da sociedade e a escola deve ensinar os alunos a utilizá-lo. Uma observação importante feita pela visão otimista é a de que o computador é um recurso didático, como a televisão, e pode ser utilizado como uma ferramenta para introduzir conceitos, simular fenômenos, entre outras funções educacionais. Motivar e despertar o interesse do aluno é outro argumento dos otimistas, pois os interesses das crianças do século XXI são diferentes das crianças do século XVIII. Um argumento muito relevante utilizado pelos otimistas é o de que o computador pode ajudar a desenvolver o raciocínio dos alunos e ser útil na resolução de problemas.

Existem diversas maneiras educacionais de utilizar o computador na educação, pois há diferentes interesses educacionais. Cada modalidade de uso de computador deve considerar as diferenças individuais e grupais que ocorrem no processo de ensino. Caso isso seja feito, o computador poderá ser um aliado, pois esse recurso não proporciona mudanças significativas sem as metodologias adequadas.

O computador pode ser utilizado na educação como máquina de ensinar ou como uma ferramenta de aprendizagem. O uso como máquina de ensinar é a “informatização dos métodos de ensino tradicionais”, ou seja, são transmitidas informações para o aluno. Nesse caso, ocorre o chamado paradigma instrucionista. Quando o aluno desenvolve algo por meio do computador e interage com objetos digitais como *softwares* e jogos, a aprendizagem ocorre pelo fato dele estar executando uma tarefa, isto é, o computador é utilizado como uma ferramenta para promover a aprendizagem e o professor acompanha o processo, situação na qual tem-se o paradigma construcionista.

O construcionismo é a construção do conhecimento por meio do computador (interação com o computador). Essa abordagem apresenta semelhanças com construtivismo de Piaget, que diz que a criança constrói a noção

de certos conceitos porque ela interage com objetos do ambiente onde ela vive (interação com objetos reais).

Para VALENTE (1993), no processo em que o computador é usado como ferramenta educacional, tem-se caracterizada uma “ferramenta que o aluno desenvolve algo”. Algumas das tarefas realizadas podem ser: produção de texto, produção de som, resolução de problema, controle de processos em tempo real, comunicação, uso de rede de computadores, entre outras. Com relação ao controle de processos em tempo real, programas que monitoram um fenômeno são utilizados e, geram um gráfico. Assim sendo, o aluno não coleta os dados e nem elabora um gráfico, ele apenas faz a análise do gráfico para entender o fenômeno. Já com relação à modalidade resolução de problemas, o aluno expressa a resolução do problema por meio de uma linguagem de programação.

A cada dia, aparece uma nova maneira de usar o computador que pode favorecer o processo de aprendizagem. Infelizmente, entretanto, há uma tendência de manutenção do paradigma instrucional, de transmissão de conhecimento para o aluno. A conversão do paradigma instrucionista para o construcionista deve considerar a utilização do computador e outras ferramentas, acompanhadas de metodologias adequadas, o que demanda tempo (VALENTE, 1993).

1.3 - Internet

Posteriormente ao surgimento dos computadores pessoais, surgiu a Internet (rede mundial de computadores), um meio de comunicação, de divulgação de informação e de conhecimentos científicos. As informações contidas nas páginas da Internet se modificam rapidamente, o que possibilita acesso às informações instantâneas do que ocorre em todo o mundo. A Internet também pode ser utilizada na educação, os alunos e professores podem usufruir desse meio para adquirir informação, que antes era restrita à escola ou às instituições de ensino.

A Internet é muito utilizada para buscar informações ou fazer pesquisas. Entretanto, diante da infinidade de informações disponíveis na Internet, MORAN (2003) sugere que é necessário ter “bom senso, gosto estético e intuição”. O bom senso está relacionado ao saber selecionar as informações adequadas entre os diferentes *sites*. A intuição é adquirida com a prática, as informações são descobertas por “tentativa do acerto e do erro”, o conhecimento será adquirido após selecionar, comparar, avaliar e sintetizar as informações. Em relação ao gosto estético, deve-se levar em consideração que existem muitos *sites* que são bem apresentáveis e atraentes. Essas características são importantes para chamar a atenção do aluno, mas o estudante deve observar se o mesmo apresenta conteúdo adequado. Os *sites* que são muito atrativos podem provocar a dispersão do aluno, principalmente se ele não estiver focado no conteúdo que busca. Além disso, os alunos que não estão focados tendem a mudar de endereço facilmente.

Segundo MORAN (2003), a utilização da Internet permite que o professor crie uma página virtual, onde pode haver divulgação de conteúdos, além de ser um facilitador do contato com alunos e outras pessoas que se interessaram pela sua página. Diante dessas facilidades, o professor pode orientar os alunos nas pesquisas e atividades, além de esclarecer dúvidas. Entende-se, portanto, que esse é um contato extra ao contato estabelecido em sala de aula.

Caso o professor não tenha interesse em criar uma página, ele pode criar uma lista de *e-mail* de cada turma. Assim, ele pode passar informações, tirar dúvidas, orientar na pesquisa, enviar textos, atividades e trabalhos, entre outras funções. Nos estudos de BELL e LIN (2000) e RAVAVENSCROFT (2000), citados por GIORDAN (2008), as aulas de ciências eram complementadas com atividades por meio do correio eletrônico (*e-mail*) com interação dialogada dos alunos. Segundo GIORDAN (2008), esse tipo de interação entre alunos e professores vem crescendo.

De acordo com MORAN (2003), a Internet é um importante meio para o processo de ensino e aprendizagem: “Com a Internet podemos modificar

mais facilmente a forma de ensinar e aprender tanto em cursos presenciais como nos cursos à distância”. No ensino à distância, os ambientes virtuais de aprendizagem ou ambiente colaborativos são muito utilizados. Esses ambientes podem ser incorporados no ensino presencial como uma ferramenta adicional para o professor e para os alunos.

Os ambientes virtuais de aprendizagem, segundo BARÃO (2006), caracterizam “o uso de recursos digitais de comunicação utilizados para mediar à aprendizagem”. De acordo com esse autor, por meio do uso de ambientes virtuais de aprendizagem pode propiciar um processo de aquisição de conhecimento mais dinâmico, além de configurar um meio facilitador a aprendizagem individualizada. Dependendo do nível de conhecimento e de disponibilidade de tempo de cada um, o aluno pode avançar mais no conteúdo que tem interesse.

No trabalho de BARÃO (2006), foram comparadas duas turmas de Ensino Médio na disciplina de química. Uma turma utilizou o ambiente virtual de aprendizagem e a outra não. Na turma que utilizou o ambiente, foi verificado que muitos deles não tinham contato com o computador ou dominavam pouco o uso do computador. Entretanto, após receberem orientações sobre o uso do computador em algumas aulas, os alunos conseguiram estudar no ambiente virtual. Várias atividades foram realizadas sem que os alunos dispersassem, entre as quais destaca-se: pesquisa em *sites* sobre conceitos de química, evolução da química, aplicação da radioatividade, observação de simulações de modelos atômicos e utilização de tabela periódica virtual. Os conteúdos foram abordados de forma interativa, lúdica e com o aluno estudando no seu ritmo. No final, os alunos que utilizaram o computador disseram que a aula ficou mais interessante. Ademais, esses alunos tiveram melhor desempenho do que aqueles que não utilizaram o computador.

Os professores podem criar também o seu ambiente virtual de aprendizagem. Atualmente, na Internet estão disponíveis programas que facilitam a criação de ambientes virtuais como “*Learning Space*” da Lotus-IBM e

“Aulanet” da Pontifícia Universidade Católica (PUC) do Rio de Janeiro (MORAN, 2003).

Na página virtual do professor ou nos ambientes virtuais de aprendizagem os alunos também podem disponibilizar informação ou inserir seus trabalhos. Nesse caso, o professor pode mediar a interação dos alunos, depois de analisá-la pode estimular mais discussões. BARÃO (2006) indica que:

“(…) o professor coordenará o processo de apresentação dos resultados pelos alunos, questionando, contextualizando e adaptando os resultados à realidade. Mas nada disso será possível se as novas tecnologias forem usadas de forma superficial sem o aprofundamento necessário para a pesquisa e o conhecimento” (BARÃO, 2006, p. 5).

De acordo com os apontamentos de MORAN (2003), no ambiente virtual, as funções do professor são transformadas, pois ele deixa o papel de transmissor de informação para assumir as funções de criador de ambiente de aprendizagem e “orientador de aprendizagem”. A comunicação entre alunos e professor pode ser estabelecida na sala de aula, na página virtual do professor, por *e-mail*, por fórum e por chat. Nessa perspectiva, vê-se um aumento das opções de comunicação entre aluno e professor e, além de ser possível receber e enviar informações a qualquer horário e qualquer dia da semana, podendo dessa forma beneficiar os alunos e professores.

O compartilhamento de trabalhos e outras informações não se restringem somente à página virtual do professor ou ao ambiente de aprendizagem. Essas divulgações, podem ocorrer também em diversos *sites* da Internet, como o “Wikipedia”. Segundo MORAN (1994), a Internet e as tecnologias ampliam as opções de elaboração de uma aula pelo professor e estendem as opções de recursos para que os alunos realizem um trabalho. Nesse sentido, ocorre uma cooperação entre alunos e professores de uma ou mais escola e/ou instituição:

“Alunos e professores encontram inúmeras bibliotecas eletrônicas, revistas on-line, com muitos textos, imagens e sons, que facilitam a tarefa de preparar as aulas, fazer trabalhos de pesquisa e ter materiais atraentes para apresentação.

O professor pode estar mais próximo do aluno. (...) Pode adaptar a sua aula para o ritmo de cada aluno” (MORAN, 1995, p.26).

De acordo com BARÃO (2006), é importante que o professor auxilie e direcione o aluno nas pesquisas e discussões no ambiente virtual. É imprescindível que se pontue que o professor não será substituído pelo computador. De modo contrário, o autor indica que, um professor que entende mais sobre computador e seus programas e, sabe utilizá-lo de modo apropriado no ensino, pode desempenhar melhor seu exercício docente.

Segundo MORAN (2003), há possibilidade do professor combinar momentos tradicionais de docência com mais momentos de orientador de uma pesquisa e coordenador dos resultados ao decorrer de sua aula. Há inúmeras opções para inserção da tecnologia na sala de aula, cabendo ao professor escolher a melhor maneira de utilizá-la, de acordo com a situação que ele está envolvido.

1.4 - Vídeo na Educação

Segundo GIORDAN (2008), existem três formas de representação dos fenômenos naturais no computador que são: vídeos, animação e a simulação. Neste item, é relatado sobre vídeos e, os conceitos de simulação e animação são diferenciados e apresentados no item 1.5.1.

É por meio do vídeo que as imagens em movimento são transmitidas. COUTO (2008) define vídeo apontando que:

“O vídeo, do *latim eu vejo*, é uma tecnologia de processamento de sinais eletrônicos analógicos ou digitais para representar imagens em movimento. É um sistema híbrido que opera com códigos distintos, por exemplo, do cinema, da televisão, da computação gráfica. O discurso videográfico ressignifica as formas de expressão colocadas em circulação por outros meios. A sua especificidade está justamente na síntese, operando na interação de linguagens” (COUTO, 2008, p.52)

O vídeo está ligado ao cinema e à televisão e, atualmente, ao computador. Sabe-se que muitos vídeos estão disponíveis na Internet ou gravados em DVD ou *pen drive*. Segundo MORAN (2003), o vídeo está relacionado ao lazer e ao entretenimento, razão pela qual o autor completa que essa percepção do

vídeo para os alunos não é diferente. O vídeo significa descanso, “não aula”, ou seja, sair da rotina quadro-giz-livro. Segundo ROSA (2000), um vídeo acarreta em uma “quebra de ritmo” na sala de aula e oferece um ambiente “saudável” e motivador.

Ao assistir um vídeo que apresenta conhecimento e é agradável, o aluno está inserido no processo de aprendizagem, mas não percebe que está tão envolvido nesse processo (ALVES, 2010). O professor, de acordo com MORAN (2003), deve aproveitar essa condição positiva para atrair e, motivar os estudantes para o estudo dos conteúdos planejados.

Segundo MORAN (2003, p.37), a “televisão e o vídeo exploram (...) o ver, o visualizar, o ter diante de nós as situações, as pessoas, os cenários, as cores, as relações espaciais (...)”. O vídeo possibilita a proximidade com o cotidiano e o concreto, mas também, de acordo com ROSA (2000), apresenta “forte apelo emocional”, o que motiva a aprendizagem dos conteúdos. Segundo MORIN (1995), citado por ARROIO e GIORDAN (2006), os recursos audiovisuais partem “do concreto para o abstrato, do imediato para o mediato, da ação para reflexão, da produção para a teorização”.

Além disso, de acordo com MORAN (2003), por meio dos vídeos são apresentados uma combinação de linguagens (sensorial, visual, falada, musical e escrita), que interagem entre si. Com essa combinação, o vídeo pode sensibilizar os alunos e inserir um conteúdo, além de poder despertar maior interesse pelo que está sendo transmitido e facilitar a compreensão.

As linguagens dos recursos audiovisuais, conforme MORAN (1995), são mais facilmente compreendidas pelos jovens do que só a leitura, pois eles precisam “ver para compreender”. O autor coloca que as linguagens desses recursos são “dinâmicas” e que elas envolvem, primeiramente, a “afetividade” e, depois, a “razão”. As linguagens dos recursos audiovisuais são dinâmicas assim como a ciência e os fenômenos macroscópicos e microscópicos explicados por

ela. Os conceitos e fenômenos científicos podem ser melhores entendidos quando apresentados com imagens nos movimentos presentes nos vídeos.

Não só as crianças e jovens possuem grande familiaridade com a televisão e o vídeo. Os recursos audiovisuais são utilizados como meio para informar, comunicar, mostrar a sociedade e atrair a maior parte das pessoas. MORAN (2003) justifica essa afirmativa indicando que os assuntos abordados em vídeos são “pouco aprofundados” e exigem “pouco esforço e envolvimento do receptor”. Esse autor também coloca que “imagens, palavras e música integram-se dentro de um contexto comunicacional”, que facilita o entendimento mais claro sobre o tema. Nos dias de hoje, a televisão atrai e promove a interação ainda maior das pessoas, pois tem-se disponíveis televisão bidimensional, jogos interativos, acesso à Internet pela televisão e serviços virtuais feitos na tela.

Os vídeos podem ter diversas funções, como a introdução de um conteúdo, motivação e simulação, entre outras. MORAN (2003) e FERRÉS (1996) classificam os usos adequados do vídeo, de tal forma que cada autor apresenta uma classificação com algumas diferenças e várias similaridades. As modalidades de vídeo estão descritas a seguir.

O “vídeo como sensibilização”, segundo MORAN (2003), é um vídeo para iniciar um conteúdo, pois “desperta a curiosidade” e motivação do aluno. Esse tipo de vídeo está relacionado com a definição de FERRÉS (1996) de “programa motivador”, que estimula a participação do aluno sobre um assunto.

MORAN (2003) também traça o “vídeo como ilustração”, ou seja, vídeo que ilustra um fenômeno, lugar, objetos ou “cenários desconhecidos pelos alunos” relacionados ao conteúdo, o que facilita a compreensão de conceitos abstratos. Essa modalidade de vídeo se relaciona com a definição de FERRÉS (1996) de “vídeoapoio”, que é um vídeo que apresenta imagens (com ou sem som) para reforçar o discurso do professor.

O mesmo autor indica o tipo “vídeo como simulação”, cuja finalidade é mostrar experimentos científicos perigosos, de longa duração, que

requerem equipamentos, materiais e reagentes caros ou de difícil acesso. “Vídeo como simulação” podem apresentar modelos da realidade como, por exemplo, modelos atômicos ou moleculares.

A variante de vídeo que trata de um “determinado assunto de forma direta ou indireta” é denominada “vídeo como conteúdo de ensino”, por MORAN (2003). Esse tipo de vídeo relaciona-se com a definição de FERRÉS (1996) de “programa monoconceitual”, que é um vídeo para rever conteúdo.

Ainda nos fundamentando nas definições de MORAN (2003), o “vídeo como integração/suporte” é a aquele que há a interação do vídeo com outras mídias, como o computador. Segundo a definição de FERRÉS (1996), esse tipo de vídeo é chamado de “Vídeo Interativo”.

A “videolição” conforme FERRÉS (1996), é um vídeo que transmite uma aula expositiva, isto é, os conteúdos são expostos de forma organizada. Essa modalidade de vídeo pode ser utilizada para reforçar as ideias exposta na sala de aula ou até mesmo para o aluno aprender um conteúdo. Pode-se denominar esse modelo de vídeo de “vídeoaula”.

A videoaula é mais limitada do que uma aula expositiva. Nessa última, o professor segue a aula de acordo com o ritmo e nível de conhecimento dos alunos, podendo interromper a explicação quando o aluno apresentar dúvida ou aprofundar o conteúdo quando perceber que há grande interesse pelo assunto.

Segundo ARROIO e GIORDAN (2006), a videoaula “se mostra didaticamente eficaz” quando o aluno precisa compreender conceitos que precisam ser “ouvidos ou visualizados” ao mesmo tempo. Esses autores comentam que o professor pode pedir para os alunos extraírem as informações mais importantes da videoaula e, posteriormente, realizem discussões com informações baseadas no vídeo. Tais sugestões são indicadas para que os alunos tenham um papel mais participativo nas aulas. Eles citam também que a videoaula ou até outros tipos de vídeo podem ser visualizados várias vezes, possibilitam que o professor ou aluno pausam o vídeo e revejam as partes mais importantes. A

videoaula é também adequada para o ensino individual, pois o aluno pode rever as partes que lhe deixaram dúvidas ou avançar quando souber o conteúdo. O professor pode sugerir uma videoaula disponível na Internet ou disponibilizar uma gravação em CD ou DVD aos alunos, para que o aluno tenha onde recorrer nos momentos de dúvidas.

O “vídeo como produção”, segundo MORAN (2003), é classificado em três estilos. O primeiro deles é o vídeo como documentação, em que o vídeo pode ser gravado pelo professor, registrando aquilo que é mais “importante para o seu trabalho” em sala de aula e adequando o vídeo ao seu público. Com essa categoria de vídeo, o professor deverá pensar qual é o melhor tipo linguagem, o cenário e enredo mais próximo dos alunos. Segundo ROSA (2000), as “características regionais” são importantes na produção de um vídeo, pois um vídeo produzido para a população urbana e cosmopolita de São Paulo, por exemplo, é desprovida de sentido para os “seringueiros do Acre”, uma vez que a cultura entre os dois estados é diferente e a linguagem também.

Outra classificação do vídeo como produção, de acordo com MORAN (2003), é o “vídeo como intervenção”. Nessa classificação, o professor pode alterar o vídeo, cortar e inserir as partes de um vídeo em outro vídeo e, adequar o vídeo para melhor compreensão dos alunos. De acordo com MORAN (2003), “o professor precisa perder o medo do vídeo”, tanto no modo de interferir no vídeo como na forma de utilizá-lo com mais frequência.

A terceira classificação do “Vídeo como produção” é o “vídeo como expressão”. MORAN (2003) aponta que o professor incentiva e orienta os alunos a produzir vídeos sobre um conteúdo. Esse exemplo de atividade estimula a criatividade dos alunos e a busca de informações para serem inseridas no seu material. A filmagem é uma prática interessante para os alunos, pois eles podem filmar os fenômenos da natureza ou situações do dia-a-dia e, depois, realizar análises em conjunto.

A modalidade “vídeo como produção” se enquadra na definição de FERRÉS (1996) de “videoprocesso”, em que o aluno faz parte do processo de produção do vídeo de forma direta ou indireta. Os tipos de vídeos, segundo MORAN (2003), “vídeo como avaliação” e “vídeo espelho” completam a definição de videoprocesso.

MORAN (2003) indica que o “vídeo como avaliação”, é um vídeo que faz parte do processo de avaliação do aluno. “Vídeo-espelho” é uma modalidade em que o aluno faz a filmagem do vídeo, assiste e faz uma análise de si mesmo, do colega e/ou do grupo.

Confirmando as vantagens e potencialidade do vídeo, LINHARES (1999) realizou uma pesquisa na qual aplicou o projeto “Vídeo Escola”. O pesquisador utilizou o vídeo em turmas do Ensino Fundamental da Rede Estadual e verificou que a maioria dos professores pesquisados (75%) teve mudança no seu papel diante do vídeo, pois passaram a ser orientadores e facilitadores da aprendizagem. Além disso, os professores que participaram do projeto melhoraram suas dinâmicas na sala de aula e os alunos reagiram muito bem diante da atividade com vídeo, participando e questionando mais. Assim, os recursos audiovisuais, quando bem utilizados, podem proporcionar bons resultados como aulas dinâmicas e alunos interessados.

1.4.1 - O uso inadequado do vídeo

O uso inadequado do vídeo pode causar problemas na educação, razão pela qual MORAN (1998) delinea situações de usos inconvenientes do vídeo.

Segundo MORAN (1998), o vídeo pode ser útil quando ocorre um imprevisto, como a ausência do professor. Porém quando imprevistos são frequentes, o aluno associa o vídeo ao fato de não ter aula, situação em que atribui-se o termo “vídeo tapa buraco”. Já o “vídeo enrolação”, de acordo com o autor, é quando o vídeo é passado sem estar relacionado com nenhum conteúdo.

Há situações em que o professor só transmite o vídeo e não executa outras metodologias durante as aulas. Nessas circunstâncias, segundo MORAN (1998), tem-se o “Vídeo – deslumbramento”. Existem também situações nas quais o professor só exhibe o vídeo de acordo com o conteúdo trabalhado em sala, mas não o integra com a aula, além de não fazer comentários, o que designa com a nomenclatura “só vídeo”. Em outros momentos, o professor questiona muito o vídeo e busca os defeitos do vídeo, nesse caso tem-se o “vídeo-perfeição”. De acordo com o autor, os vídeos com problemas conceituais podem ser utilizados como forma de questionar os alunos, pois o professor pode deixar os alunos encontrarem o problema do vídeo.

Diante desses apontamentos, ARROIO e GIORDAN (2006) ressaltam que é importante que o professor assista ao vídeo antes de exibí-lo, teste os equipamentos nos quais ele será exibido, analise o vídeo (som, cenário, linguagem), programe de qual forma será aplicado (se será exibido todo o vídeo ou trechos) e planeje quais atividades serão desenvolvidas pelos alunos, para que ocorra compreensão do que foi visto no vídeo. Segundo ROSA (2000), quando possível, é importante reprisar o vídeo: “todo vídeo deve ser passado duas vezes para quem assiste possa realmente tomar conhecimento da mensagem contida nele”.

MORAN (2003) apresenta algumas formas de explorar melhor o vídeo, que serão descritas a seguir.

Após a exibição do vídeo, segundo MORAN (2003), pode ser feita a “análise em conjunto”, na qual o professor comenta o vídeo em conjunto com os alunos e, depois, dá abertura para os alunos discutirem e perguntarem. Pode ser feita também a “análise globalizante”, isto é, o professor pode questionar os alunos sobre os pontos positivos, negativos, a ideia principal e o que poderia ser mudado no vídeo. Os questionamentos e as discussões, após a exibição do vídeo, podem ser acompanhados da revisão de cenas importantes. Nesse caso tem-se a leitura concentrada.

Os alunos podem ser autores, pois a “videoprodução” requer que eles elaborem um vídeo, criem um roteiro, gravem, editem e sonorizem. Eles também podem atuar sobre um vídeo pronto, ao desenvolverem um final, essa situação denominada “completar o vídeo” ou inserir músicas, falas e imagens, atividade denominada “modificar o vídeo”.

Outra atividade com vídeos, segundo MORAN (2003), é “comparar versões”, caso em que os alunos analisam dois ou mais vídeos e, com orientação do professor procuram as diferenças e os pontos comuns entre eles como a linguagem, as cenas, as imagens, os conteúdos e o tema principal.

Mediante tais apontamentos, observa-se que existem diversas maneiras de explorar um vídeo. Todavia, MORAN (2007) indica que, infelizmente, esse recurso é pouco aproveitado na educação: “Estamos deslumbrados com o computador e a Internet na escola e vamos deixando de lado a televisão e o vídeo como se já estivessem ultrapassados, não fossem mais tão importantes (...)”.

Primeiramente, surgiu a televisão e o vídeo e, agora, tem-se o computador e Internet, mas as formas de utilização de cada meio não foram e não são exploradas e nem utilizadas como deveriam. Ainda na linha de raciocínio de aplicação das diversas tecnologias na educação, LINHARES (1999) diz que não se deve excluir nenhuma mídia em favor de outro: “o novo não deve inviabilizar o velho, nem este dificultar o estabelecimento do novo”, assim o uso do computador e Internet não deve impedir o uso da televisão e vídeo só porque os primeiros apresentam uma tecnologia mais avançada, mas também não precisa utilizar só televisão e vídeo, deixando de lado o computador e a Internet. É necessário uma combinação da utilização dos meios.

Os preços das câmeras digitais e filmadores têm diminuído atualmente, à medida que vemos que a quantidade de vídeos disponíveis tem aumentado em função dos avanços da Internet. Com a possibilidade dos alunos

terem as câmeras digitais e filmadora em mão, surgem novas metodologias de ensino para utilizar o vídeo, como “videoprodução”, já citada.

Existem dificuldades para aplicação de métodos que utilizam tecnologias. De acordo com LINHARES (1999), algumas dificuldades citadas por professores para o uso do vídeo são a falta de equipamento e espaço, roubo de aparelho, falta de assistência técnica entre outras. Com relação ao professor, eles apresentam familiaridade com a TV e vídeo, mas não conhecem as formas de melhor utilizá-los e não têm tempo para procurar um vídeo, analisá-lo e buscar metodologias para integrá-lo. Ainda em conformidade com esse autor, modificações nas grades curriculares a nível universitário devem ocorrer com a finalidade de preparar melhor os futuros professores para suas práticas docentes. O mesmo autor complementa que as universidades e instituições que formam educadores devem considerar que há influência da mídia e forte presença de imagens e tecnologias como forma de comunicação na formação desses futuros profissionais.

Na pesquisa de SANTOS e colaboradores (2010), foram analisadas as opiniões de estudantes dos cursos de Licenciatura em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) e da Universidade Federal de Rondônia (UNIR), sobre experimentação por meio do vídeo. No total, 41 estudantes que cursavam a disciplina de uso de recursos didático sobre experimentação no ensino de química, participaram da pesquisa. Foi verificado que a maioria dos estudantes (28) não vivenciou situação de aprendizagem com vídeo. Com relação à possibilidade do uso da experimentação por meio do vídeo, a maioria (29 alunos) acredita que é possível utilizar a experimentação por meio de vídeo, apresentando como, principais justificativas que vídeos constituem uma atividade interessante devido à visualização de imagens, não apresentam risco na realização dos experimentos, não demandam custos com materiais e reagentes, podem ser utilizados em condições de ausência de laboratório nas escolas e são favoráveis por reduzir o tempo da atividade. As sugestões desses alunos concordam com os

pressupostos de ARROIO e GIORDAN (2006), que dizem que a experimentação em química também pode ocorrer por meio de vídeos. Alguns estudantes (12) citaram que não é possível a experimentação por meio do vídeo, pois acreditam que a vivência no laboratório é importante.

Ao serem questionados sobre as vantagens da experimentação com uso de vídeos em relação ao experimento real, 10 alunos comentaram da existência de vantagens, sendo que os principais benefícios citados foram a redução de tempo e custo de experimentos. Entretanto, 19 alunos disseram que a experimentação por vídeo não tenha vantagens em relação à experimentação real. Segundo os autores do trabalho esses estudantes estão fortemente ligados ao ensino tradicional vivido ao longo de suas formações. E colocam que esse fato influencia de forma negativa a utilização de metodologias inovadoras (SANTOS et al., 2010).

Existem diversas formas de apresentar o conteúdo na forma de vídeo, para a sala de aula. Por conseguinte, o professor pode atrair, motivar, promover a interação entre os alunos, além de poder ajudá-los a melhor compreender conceitos abstratos. O vídeo e a televisão sozinhos não garantem uma aprendizagem, razão pela qual a presença do professor com suas habilidades e experiências é primordial.

É necessária uma nova postura dos professores em relação a essas tecnologias. A mudança na postura do professor pode ser realizada aos poucos, uma simples aplicação do vídeo pode promover efeitos positivos, tanto para o aluno como para o professor. Cada conteúdo pode ter uma melhor maneira de ser aplicado ao vídeo, cabe ao professor encontrá-la por meio de sua prática.

1.5 - Recursos Computacionais no Ensino de Química

Segundo BENITE e BENITE (2008), entre as décadas de 40 e 60, os programas computacionais não eram direcionados para o ensino. Naquele período, programas utilizados para fazer cálculos matemáticos eram observados,

sendo que o primeiro registro do uso do computador para cálculos químicos foi em 1946. A primeira utilização de computador por professores de química foi em 1959, visando a pesquisa acadêmica e não o ensino. Dez anos depois, avaliaram o uso da simulação para ser utilizada no ensino de química na Universidade do Texas.

Nas décadas de 70 e 80, ocorreu o desenvolvimento dos computadores pessoais seguido de sua popularização em função de seus baixos custos. Na década de 90, ocorreu um aperfeiçoamento dos computadores, sendo possível utilizar *Windows* e a multimídia, além desta década também ter sido marcada pelo surgimento da Internet que, atualmente, é um grande meio de comunicação (BENITE e BENITE, 2008). Nos dias de hoje, é possível encontrar um grande número de *sites* individuais, comerciais, bases de dados de substâncias químicas, conferências eletrônicas, programas interativos, lista de discussão, grupos de usuários e periódicos/revistas eletrônicos relacionados com assuntos da química na Internet (FERREIRA, 2015).

Entre 1992 a 1994, havia poucos *softwares* de simulação educacional de qualidade, os programas computacionais existentes eram direcionados para pesquisadores ou para professores prepararem material didático. Em 1994, surgiram alguns *softwares* adaptados para o ensino e, em 1997, apareceu um grande número de *softwares* na Internet (RIBEIRO e GRECA, 2003)

Ainda na década de 90, computadores começaram a ser inseridos e utilizados nas escolas. A Secretária de Educação à Distância (SEED) lançou o Programa Nacional de Informática na Educação (PROINFO), cujo principal objetivo é informatizar as escolas. Em 1999, o programa instalou 100 mil computadores em mais de 15 mil escolas públicas do ensino básico, cerca de sete computadores por escola, ou seja, um número insuficiente de computadores por escola. Além da instalação de computadores, o Ministério da Educação (MEC) propôs formar professores especialistas em Informática Educativa (BENITE e BENITE, 2008) (SANTOS, D. O. et al, 2010) (EICHLER e DEL PINO, 2000).

O PROINFO está apoiado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio, que mencionam a utilização da tecnologia no ensino, especialmente em ciências:

“A formação do aluno deve ter como alvo principal a aquisição de conhecimentos básicos, a preparação científica e a capacidade de utilizar as diferentes tecnologias relativas às áreas de atuação” (BRASIL, 2000, p.5)

Este programa também está apoiado no PCN+, que ressalta que a informática pode auxiliar no ensino-aprendizagem da disciplina de química, devido ao fato dela ser considerada de difícil assimilação e de conteúdos abstratos pelos alunos (SANTOS, D. O. et al, 2010).

A química é uma ciência experimental, porém, apresenta conteúdos abstratos e para explicar alguns desses conteúdos são utilizados modelos, que muitas vezes, precisam ser visualizados para melhor compreensão. HEIDRICH (2009) considera que as imagens são importantes no processo de ensino-aprendizagem.

Em química, os alunos devem aprender a interpretar fenômenos químicos nos “três níveis de representação da química” ou a partir dos “três componentes básico” descritos por JOHNSTONES (1993): macroscópico (fenômeno visual), microscópico (explicações em escala molecular do fenômeno) e simbólico (códigos específicos tais como símbolos e equações). Os estudantes sentem dificuldade em relacionar os três níveis e apresentam mais dificuldade com a representação microscópica e simbólica, que são invisíveis e abstratas (JOHNSTONE, 1993) (SANTOS e GRECA, 2005). Com o advento dos recursos tecnológicos no ensino de química, as visualizações se aperfeiçoaram, possibilitaram o estudante visualizar o comportamento das moléculas e, ainda, diferenciar os níveis de representações da química. Nesse sentido, uma melhora no processo de ensino-aprendizagem pode ser promovida.

A disciplina de química é, muitas vezes, criticada pela “memorização de fórmulas e equações e da capacidade de abstração para a visualização de modelos” (SOUZA e MERÇON, 2014). Além disso, os alunos sentem dificuldade

em entender a disciplina e, dia após dia, têm se demonstrado cada vez mais desinteressados com as aulas tradicionais. Em face a essa problemática, o professor pode buscar novas ferramentas ou estratégias com a finalidade de melhorar a aprendizagem dos alunos. Dentre tais ferramentas ou estratégias, pode se citar, a experimentação, o uso de tecnologias ou ambas. De acordo com MEDEIROS (2008):

“(…) há grandes possibilidades de melhoras no ensino, ao utilizar os recursos da informática para lecionar conteúdos abstratos e de difícil aprendizagem pelos estudantes (…)” (MEDEIROS, 2008, p.2).

Para FERREIRA (1998), a tecnologia também pode auxiliar no processo de ensino-aprendizagem, pois o “ensino tradicional pode tornar-se muito mais eficiente e atraente quando se utiliza da tecnologia interativa”. Os diversos recursos computacionais como jogos, *softwares*, multimídia, Internet e vídeos despertam o interesse dos jovens e de diversos pesquisadores. Dentre tais estudiosos citamos DALLACOSTA e colaboradores (1998) e MORAN (2003) que constataram que esses recursos tecnológicos motivam os estudantes, aumentando, portanto, a capacidade de compreensão.

É possível realizar simulação de estruturas e modelos por meio da aplicabilidade desses recursos tecnológicos, realizar a problematização de conceitos intuitivos, interdisciplinaridade e contextualização. Além disso, a integração das tecnologias com o ensino de química pode promover um ensino mais dinâmico e agradável, podendo ser trabalhado de forma lúdica e interativa e mais próximo das transformações da sociedade, contribuindo, dessa forma, para a construção do conhecimento (SOUZA e MERÇON, 2014) (BENITE e BENITE, 2008). Os recursos tecnológicos também podem ser de grande proveito para a aprendizagem individualizada, valorizando o tempo para realização de uma atividade de cada aluno (BARÃO, 2006).

Existem diversas maneiras para se utilizar o computador no ensino de química: instrução e avaliação mediada por computador; jogos educativos; modelagem e simulação computacionais de moléculas incluindo as de três

dimensões; simulações de laboratório virtual para visualizar reações e vidrarias; coleta e análise de dados em tempo real; utilização de recursos multimídia; comunicação à distância pela Internet; e pesquisa de informações pela Internet (BENITE e BENITE, 2008).

A seguir, são relatados alguns recursos computacionais e também alguns trabalhos que descrevem a utilização de recursos tecnológicos no ensino de química. Inicialmente, é apresentada uma classificação de *software* educacional de química elaborada por SANTOS e colaboradores (2010) baseada na classificação de VIEIRA (1997): jogo educacional; exercícios; experimento; construção de gráficos e moléculas; tabela periódica; outros. Na pesquisa de SANTOS e colaboradores (2010), foi verificado que a maioria dos *softwares* livres para o ensino de química é sobre tabela periódica (apresenta a tabela periódica como principal conteúdo) e nesses *softwares* há poucas informações adicionais além daquelas encontradas em tabelas convencionais. Foi verificado, nessa pesquisa, que os *softwares* educacionais de química são geralmente em inglês, o que pode dificultar o modo pelo qual eles devem ser utilizados (SANTOS, D. O. et al, 2010). Contudo, existem projetos que utilizam o *software* em inglês, de fácil utilização pelos alunos. Ademais, há outros projetos que buscam desenvolver simulações e animações, além de outros materiais em português para o ensino de química, como serão mostrados.

Os programas de exercício-e-prática ou exercícios são utilizados para rever os conteúdos. Após o aluno responder as questões, o programa fornece uma devolutiva imediato, mas não detecta o motivo pelo qual o aluno acertou ou errou.

LOPES e colaboradores (2012) desenvolveram um *software* de exercitação que está disponível na Internet. Ao utilizar esse *software*, o estudante responde questões apresentadas, o *software* faz a correção automática e, posteriormente, o estudante verifica seus erros e acertos. No trabalho desses pesquisadores, o *software* foi aplicado para alunos do Ensino Médio, que responderam um questionário após utilizarem-no. Uma das questões perguntou se

algum professor já havia utilizado recursos tecnológicos como *softwares* para ensinar química, 62% dos alunos disseram que não, o que mostra a realidade das escolas brasileiras em pouco utilizar os recursos tecnológicos. Em outra questão, eles foram questionados se gostariam de participar de mais aulas que utilizam *software*, 61% responderam que sim, mostrando, dessa forma, que a maioria tem interesse por recursos tecnológicos. Os autores também perceberam que os alunos foram interessados e receptivos quanto ao uso do computador e do *software* aplicado (LOPES et al, 2012).

Segundo VALENTE (1993), os jogos são uma maneira divertida das crianças aprenderem, mas a competição é um dos problemas por desviar a atenção do conceito. Os jogos pelo computador também não indicam em qual parte o aluno errou, porém, o professor pode pedir para aluno pensar qual o motivo da jogada não ter dado certo.

Existem *softwares* com jogos educacionais de química que proporcionam reflexões do aluno, um exemplo é o jogo “Carbópolis” que promove a reflexão sobre questão ambiental (SANTOS, D. O. et al, 2010). Outro *software* de jogo educacional é o “Memória Orgânica”, desenvolvido por FREITAS e colaboradores (2011) através do programa “Adobe Flash”. Esse *software* é um jogo da memória de funções orgânicas com três fases, sendo que há aumento da dificuldade em relação à função orgânica de uma fase para outra.

O Departamento de Química da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul disponibilizou em seu *site* (<http://ww.pucrs.br/química/professores/arigony>) dois *softwares* de jogos educativos para a disciplina de química do Ensino Médio. Com as denominações “Manual Virtual de Laboratório” e “Comprando Compostos Orgânicos no Supermercado”, o primeiro jogo estimula o usuário a aprender algumas ações de práticas de laboratório e o segundo é um jogo relacionado com compostos orgânicos (MORETTI, 2007).

Já os *softwares* sobre tabela periódica são ferramentas que podem possibilitar maior interesse dos alunos pelo estudo sobre as características dos elementos químicos. Para auxiliar no ensino das propriedades físico-químicas e da classificação dos elementos químicos, EICHLER e DEL PINO (2000) recomendam o *software* “KC?Discover”. Esse *software* apresenta dados que são necessários para a construção de relações, de classificação ou de sínteses conceituais, podendo facilitar a aprendizagem (EICHLER e DEL PINO, 2000).

Outro *software* é o “Tabela Periódica 2013”, que é uma ferramenta que pode contribuir para um ambiente dinâmico e interativo. Além disso, as atividades realizadas com esse *software* possibilitam a construção de conhecimento (SOUZA e MERÇON, 2014). MEDEIROS (2008) propõe a utilização de outro *software* sobre tabela periódica que é o “QuipTabela”. O autor relatou que o conteúdo de Tabela Periódica em livros didáticos é abordado de maneira pouco construtiva, sugerindo a utilização do *software* “QuipTabela” com atividades investigativas (MEDEIROS, 2008).

A hipermídia pode ser entendida a junção dos conceitos de multimídia e hipertexto em um ambiente computacional (TAVARES e AZEVEDO, 1997). ROCHA e MELLO (2012) criaram uma hipermídia para o estudo de equilíbrio químico denominado a “Equimídia”. Nessa hipermídia, o usuário pode interagir com os conteúdos por meio de vídeos, hipertextos, imagens animadas, sons, simulações e animações em nível microscópico e macroscópico, além dela disponibilizar *links* da Internet relacionados ao conteúdo. Com essa hipermídia o ensino de química é mais dinâmico e o aluno é mais ativo, pois ele pode simular experimentos na simulação. Os fenômenos macroscópicos são representados por vídeos e os microscópicos são representados por meio dos simuladores, de tal forma que pode ser trabalhado a explicação de fenômenos no nível macroscópico e microscópico (ROCHA e MELLO, 2012).

A “Equimídia” foi avaliada considerando aspectos técnicos e pedagógicos por membros do Programa de Institucional de Bolsas de Iniciação à

Docência (PIBID) de Química da Universidade Federal do Mato Grosso (UFMT). A hipermídia foi qualificada como um bom material didático, pois está contextualizada, permite que o usuário trabalhe com diversos formatos de mídias e os vídeos fornecem uma nova visão dos fenômenos para os alunos, diferente do que eles encontram no livro didático (ROCHA e MELLO, 2012).

No trabalho de FILHO e colaboradores (2010), também foi desenvolvida uma hipermídia intitulada “Modelos atômicos”, que apresentava textos explicativos sobre os modelos atômicos propostos por Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr e sobre as contribuições de outros cientistas. Além disso, há atividades e simulações tridimensionais dos experimentos, que podem auxiliar na representação simbólica dos processos químicos e interpretar as dimensões macroscópica e microscópica.

1.5.1- Simulação e Animação

A animação é obtida pela sequência de ilustração e, na simulação, são reproduzidas as leis que interpretam o fenômeno. As animações computacionais podem ou não incluir valores experimentais de propriedades das substâncias ou das transformações. Nas simulações, tais valores são utilizados. As animações são produzidas por programas gerais de edição gráfica e as simulações por programas específicos. As animações são representações sem aprofundamento nas propriedades e sem considerar escalas de tempo ou de tamanho. Nas simulações, por outro lado, existem as escalas de tempo e tamanho de acordo com as leis físicas (GIORDAN, 2008).

No trabalho de SILVA e RECENA (2010) uma animação interativa denominada “Chuva ácida” foi produzida, avaliada e aplicada com alunos do Ensino Médio. A animação segue o padrão da Rede Internacional Virtual de Educação (RIVED), que é um programa da Secretaria de Educação à Distância (SEED), cujo objetivo é a produção de conteúdos pedagógicos digitais, na forma de objetos de aprendizagem. No questionário prévio feito para os alunos do

Ensino Médio, foi verificado um comportamento memorístico. No questionário aplicado após a utilização do *software*, foi verificado que conceitos sobre chuva ácida foram mantidos e o conhecimento sobre pH foi melhorado. Além do progresso no conhecimento dos alunos, eles consideraram que foi uma atividade atrativa e interativa e, que o *software* de animação era de boa aparência e de fácil utilização (SILVA e RECENA, 2010).

As simulações são representações de um objeto, sistema, fenômeno ou evento do mundo real, de acordo com as leis, teorias ou modelos (EICHLER e DEL PINO, 1998). Para VALENTE (1993), as simulações criam modelos do mundo real, inclusive de fenômenos que são difíceis de serem realizados ou observados:

“Simulação envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Estes modelos permitem a exploração de situações fictícias, de situações com risco como manipulação de substância química ou objetos perigosos; de experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem, como crescimento de plantas; e de situações impossíveis de serem obtidas, como um desastre ecológico” (VALENTE, 1993, p.9).

Os modelos dinâmicos gerados pelos *softwares* de simulação podem promover melhores condições para que os alunos compreendam os conceitos (MELO e MELO, 2005). Alguns estudos (SANGER, 2000 citado por SANTOS e GRECA, 2005) relatam que a visualização das cinéticas das moléculas (modelo dinâmico) geradas pela simulação/animação pode ampliar a aprendizagem dos alunos. Além disso, uma simulação pode representar também a visualização da evolução de um modelo ou sistemas (MACEDO et al. 2009).

Segundo GIORDAN (2008), na simulação, as leis físicas de um fenômeno são representadas na tela do computador e, codificadas por um programador. O programador, por sua vez, pode optar entre três opções:

“(1) Aquelas que interpretam os fenômenos a partir de representação algébricas derivada de modelos *stricto sensu*, ou seja, sem a participação de medidas experimentais, as quais chamamos simulação por primeiros princípios. (2) A segunda categoria de programação codifica leis que contêm parâmetros

ajustados para reproduzir medidas experimentais, que denominamos de simulação semi-empíricas. (3) Finalmente, o código de simulação pode se basear em leis puramente empíricas, ou seja, em representações algébricas derivadas das medidas experimentalmente observadas, que chamamos de simulação empírica” (GIORDAN, 2008, p.127).

VALENTE (1993) e GIORDAN (2008) apresentam a mesma ideia sobre simulação, indicando que é possível controlar as variáveis das leis físicas e observar as representações do fenômeno ou resultados em simulação. Segundo EICHLER e DEL PINO (2000), a interação do aluno com a simulação pode ser de acordo com os interesses do aluno. Sendo assim, em uma simulação, o aluno pode desenvolver suas hipóteses e testá-las, posteriormente, pode analisar os resultados e, por fim, compreender alguns conceitos, indicadores que demonstram a vantagem dessas ferramentas na construção do conhecimento. Nesse caso de ocorrência da interação do aluno com o computador, VALENTE (1993) indica que o computador é considerado uma ferramenta de ensino.

As ações de criar e testar hipóteses fazem parte da construção do conhecimento de científico (química, física, biologia e outras). Essas ações são mais complexas e mais difíceis de serem executadas no mundo real do que quando são utilizados programas de simulações, razão pela qual o professor deve alertar os alunos sobre as dificuldades encontradas no mundo real (VALENTE, 1993).

Um dos *softwares* de simulação que permite manipular e alterar parâmetros e, posteriormente, fazer observações dos resultados é o *software* de simulação “Monte Carlo”. Esse *software* reproduz substância ou mistura a nível microscópico, é gratuito e foi adaptado para ser utilizado na pesquisa de SANTOS e GRECA (2005) com os estudantes de graduação da disciplina Química Geral I. Na referida pesquisa, primeiramente, foi aplicado um questionário aos estudantes. Depois, a turma foi dividida em dois grupos: um dos grupos teve as aulas teóricas primeiramente e, depois, utilizaram o *software* e, no outro grupo, foi invertida a ordem. Os pesquisadores verificaram que quatro horas de utilização do *software* não eram suficientes para aqueles que tinham pouco domínio do conteúdo e

observaram que, os alunos que tinham domínio do conteúdo foram mais beneficiados (SANTOS e GRECA, 2005).

1.5.1.1 - Simulação de Objetos Moleculares

Existem objetos moleculares tanto na animação como na simulação, que são representações das moléculas, ou seja, são suposições do que ocorre no nível submicroscópico da matéria. Os movimentos das moléculas podem ser observados com a simulação e podem ser gerados filmes que apresentam o movimento de átomos de moléculas (GIORDAN, 2008).

Os *softwares* com modelos de moléculas possibilitam aos alunos a construção de modelos. Segundo EICHLER e DEL PINO (1998), ocorre a formação de “novas estruturas mentais” quando o aluno utiliza esses *softwares*, além da construção do conhecimento ser contínua.

Além disso, esses *softwares* e outros recursos permite a interação do aluno com as diferentes representações de química. A observação do que acontece com nível macroscópico e microscópico pode favorecer a explicação e exploração do fenômeno que é abstrato para o aluno (SANTOS e GRECA, 2005). O *software* “ChemicalChange”, por exemplo, pode fazer a representação dos três níveis de representação da química que são macroscópica, submicroscópica e simbólica (ARDAC e AKAYGUN, 2004, citado por GIORDAN 2008). Segundo FERREIRA e ARROIO (2013), a transição entre os três níveis, como já mencionado, é uma das dificuldades dos alunos, o que caracteriza como um desafio para o ensino de química. Esses autores afirmam que existem pesquisas no campo da computação que buscam diminuir tal dificuldade.

GIORDAN (2008) reforça a ideia de que as animações ou simulações de moléculas, principalmente as que geram imagens em 3D, podem auxiliar estudantes a representar os três níveis do conhecimento químico:

“A adoção dessa tecnologia como ferramenta de ensino permite a visualização de animações dinâmicas projetadas tridimensionalmente, o que, segundo alguns autores, tem

auxiliado os estudantes a representar simbolicamente os processos químicos e, portanto, a interpretar a fenomenologia nas dimensões macroscópica e submicroscópica. Esse suporte ao aprendizado oferecido pelas tecnologias computacionais tem sido considerado como atributo específico e particularmente útil para representar as três dimensões do pensamento químico (...)” (GIORDAN, 2008, p.195).

Além da dificuldade de os estudantes transitarem entre os três níveis de representação da química, de acordo com GIORDAN (2008), eles também apresentam dificuldade de imaginar tridimensionalmente, razão pela qual o autor complementa que “há evidências de que alguns tipos de representação, especialmente animadas e dinâmicas, podem melhorar a habilidade de visualização tridimensional dos estudantes” (GIORDAN, 2008, p.196).

Segundo EICHLER e DEL PINO, alguns trabalhos sobre estudo de modelo atômico mostram que o estudante tem dificuldade em fazer relações entre o modelo atômico e o comportamento da matéria nas transformações (observação do fenômeno macroscópico). Para a resolução desse problema, EICHLER e DEL PINO (2000) propõem a utilização do *software* “Rutherford” para o ensino de estrutura atômica. Os autores recomendam que o professor relacione o que será aprendido com aquilo que o aluno já sabe antes da utilização do *software*. Este *software* apresenta três simulações que relacionam as pesquisas dos cientistas Rutherford, Geiger e Marsden.

No trabalho de BAPTISTA e SANTOS FILHO (2011), são feitas representações tridimensionais de orbitais atômicos isolados e, depois, a união gradativa dos orbitais (conjunto de orbitais). Esses autores acreditam que as representações tridimensionais ajudam no entendimento do conjunto de orbitais que não são fáceis de serem imaginados pelos alunos e difíceis do professor representar no papel ou na lousa.

Segundo alguns autores, as representações tridimensionais podem ser integradas com gráficos computacionais (KISER,1990; WILEY, 1990; BEZZI, 1991; BARNEA e DORI, 1996 citados por GIORDAN, 2008):

“Alguns estudos mostram que a construção de conceitos está estreitamente relacionada às representações visuais com as quais os estudantes tiveram contato durante seu aprendizado (CLARK e PAIVIO, 1991; PAIVIO, 1986). É nesse sentido que alguns autores têm defendido a integração entre gráficos computacionais e representação tridimensional como uma forma efetiva de melhorar a habilidade de visualização no ensino de Ciências” (GIORDAN, 2008, p.196)

Assim, nas simulações de moléculas em uma reação química, é possível integrar um gráfico de energia da reação e, com isso, o aluno pode observar as estruturas das moléculas, pode analisar o que ocorre com a energia e as moléculas durante uma reação e, dessa forma, pode ocorrer a integração do mundo microscópico e os conceitos teóricos. Com o auxílio do *software* “ChemSketch” é possível construir gráficos e moléculas e visualizá-los em três dimensões. Apesar, do programa ser em inglês, é de fácil manipulação. Um de seus diferenciais é que ele apresenta imagens de vidrarias e equipamentos de laboratórios (SANTOS, D. O. et al, 2010).

No estudo de GABEL e SHERWOOD (1980), citado por GIORDAN (2008), no qual foram utilizados objetos moleculares tridimensionais, foi observado que estudantes que manipularam os objetos moleculares apresentaram “efeito cumulativo de longo prazo na compreensão” sobre os fenômenos. De acordo com GIORDAN (2008), as representações tridimensionais “simplificam, ilustram e permitem a exploração da estrutura molecular e do processo químico associado”. No trabalho de RIBEIRO e colaboradores (2010), o *software* “Avogadro 0.9.8” foi utilizado nas aulas de química orgânica do Ensino Médio, o que possibilitou a montagem e a manipulação de moléculas em três dimensões. Ao analisar o questionário respondido pelos alunos que utilizaram o *software*, os pesquisadores perceberam que ocorreu maior interesse dos alunos pela aula e pela atividade, além do *software* ter se mostrado viável e de fácil utilização (RIBEIRO et al, 2010).

É possível entender melhor a manipulação da matéria em escala nanoscópica, por meio dos *softwares* e dispositivos que possibilitam a

manipulação da matéria em escala molecular. Esse tipo de manipulação é um tema contemporâneo, que permite uma série de discussões científicas e éticas, motivos pelos quais ele não deveria ser excluído da educação.

Segundo GIORDAN (2008), as simulações de moléculas são pouco utilizadas por estudantes porque:

“(…) sua utilização por alunos do Ensino Médio ou mesmo por estudante iniciantes do ensino superior em Química é dificultada em razão da profundidade do conhecimento envolvido nos cálculos e no controle de variáveis” (GIORDAN, 2008, p.198).

Para aumentar o uso dos aplicativos entre esses alunos é fundamental que tais programas “simplifiquem a transferência de dados entre as interfaces de entrada e saída e, simultaneamente, possibilitem o controle sobre variáveis” (GIORDAN, 2008).

1.5.1.2 - Simulação de Experimentos

Segundo BUENO e colaboradores (2008), o ensino de química apresenta duas atividades: a prática e a teórica e, sendo fundamental que ocorra a interação entre elas. A atividade prática envolve o nível macroscópico da química e as aulas teóricas, quando procuram explicar um fenômeno, envolvem o nível microscópico. As aulas teóricas podem ser complementadas com um experimento, que permite que o aluno possa entender melhor a relação da teoria com a prática. Em conformidade com as considerações de BUENO e colaboradores (2008) sabe-se que é possível relacionar teoria com realidade, o que atribuiu relevância aos conteúdos, pois eles colaborarão para o desenvolvimento cognitivo do aluno (BUENO et al, 2008).

A experimentação faz parte da química e de outras ciências da natureza. Segundo GIORDAN (1999), a experimentação é lúdica e apresenta caráter “vinculado ao sentido”. Assim sendo, a experimentação envolve o aluno no tema em estudo e o motiva, fatores que aumentam a capacidade de aprendizado (GIORDAN, 2008).

Aristóteles valorizava a experimentação. Na era antiga, a experimentação era considerada um elemento importante para atingir o conhecimento:

“Há mais de 2.300 anos Aristóteles defendia a experiência quando afirmava que quem possua a noção sem a experiência, e conhece o universal ignorando o particular nele contido, enganar-se à muitas vezes no tratamento” (GIORDAN, 2008, p.182).

A experimentação teve um grande papel nas ciências naturais. As leis elaboradas passavam por uma averiguação no século XVII, tendo “uma lógica sequencial de formulação de hipóteses e verificação de consciência”. Naquela época, a experimentação se firmou como metodologia científica que se baseava na “racionalização de procedimentos” (GIORDAN, 2008).

GIORDAN (2008) descreve que a experimentação possibilita o desenvolvimento social, instrumental e mental do aluno. As diferentes representações de um fenômeno ampliam sua noção sobre o mesmo:

“(…) a justaposição do controle das variáveis embutidas nas leis físicas à representação visual do próprio fenômeno permite a elaboração de formas de representação diferenciadas e aqui estamos sugerindo que quando ampliamos a ideia de experimentação para abarcar a simulação caminhamos na direção de caracterizá-la como um dispositivo sociotecnocognitivo, ou seja, na educação em ciências a experimentação deve ser considerada em suas dimensões social, instrumental e mental” (GIORDAN, 2008, página 194).

De acordo com VIERA (2011), os experimentos são importantes no processo de ensino aprendizagem, pois possibilitam a introdução de conteúdo por meio de um aspecto macroscópico, aproximando a realidade dos conteúdos teóricos. Ademais, SOUZA e colaboradores (2005) dizem que é por meio dos experimentos que o aluno aprende que a química é uma ciência em construção, “que exige a colaboração, paciência, investigação e a formação de modelos”.

Segundo VIEIRA (2011) e SOUZA e colaboradores (2005), nem sempre é possível a realização de experimentos, pois ou as escolas não têm laboratório de química ou possuem laboratórios incompletos de materiais e reagentes. É importante ressaltar que outro fator problemático está relacionado ao

professor. Apresentam-se, a seguir, alguns motivos que justificam a não realização de experimentos durante as aulas:

“Podemos citar, por exemplo, a falta de laboratórios e equipamentos no colégio, número excessivo de aulas, o que impedem uma preparação adequada de aulas práticas; desvalorização das aulas práticas, conduzida pela ideia errônea de que aulas práticas não contribuem para a preparação para o vestibular; ausência de professor laboratorista; formação insuficiente do professor (...) muitas vezes existem equipamentos no colégio, mas os professores não sabem utilizá-los (ARRUDA e LABURÛ, 2009, p 59)”.

Outra condição i, de acordo com VIEIRA (2011), é o elevado número de alunos sob comando do professor. A aula prática seria mais viável se, por exemplo, houvesse um professor de laboratório ou um professor auxiliar, dado que os alunos necessitam de mais orientações nas aulas práticas.

As questões ambientais e de segurança laboratorial são outras dificuldades com relação às aulas experimentais. Acidentes devem ser evitados e prevenidos, o que reitera a necessidade de segurança no laboratório. Reagentes são utilizados nas aulas práticas e os resíduos gerados ao término dos experimentos devem ser descartados adequadamente com a finalidade de não prejudicar o meio ambiente (VIEIRA, 2011).

A utilização de *software* computacional de experimentação é uma alternativa viável na aula de química, uma opção adicional para o professor por meio da qual se é possível combinar a teoria e a prática. Segundo HEKCLER e colaboradores (2007), o *software* de simulação de laboratório químico (laboratório virtual) pode apresentar experimentos perigosos, entretanto, dada a condição da forma com a qual o experimento se apresentam no *software* não há necessidade de preocupação por parte do professor. Sendo assim, cabe ao professor alertar os alunos quais experimentos exigem mais atenção e cuidado em um laboratório comum. Além disso, os autores dizem que em um laboratório virtual podem ser realizados experimentos de alto custo, ou aqueles que requerem equipamentos difíceis de serem encontrados em um laboratório real. Outra vantagem é que o professor não precisa organizar o laboratório antes e após a

prática. O tempo e o custo para realização do experimento são reduzidos, um experimento pode ser reproduzido várias vezes sem consumir reagentes, sem gerar gastos e sem poluir o ambiente.

FORTE e colaboradores (2008) apontam que o uso de *software* de simulação de laboratório virtual “não dá ao aluno a experiência com os instrumentos” e procedimentos experimentais. Contudo, pode haver uma combinação de experimentos no laboratório virtual com o real, de tal modo que virtual sirva como preparação para o laboratório real, demonstrando os procedimentos que serão realizados, alertando quando deve se ter mais cuidado e quando deverão ser feitas as observações. No laboratório real, o aluno treina as habilidades manuais.

A principal função da experimentação por meio da simulação “não é substituir a experimentação fenomenológica”. A simulação amplia a representação de um fenômeno, pois ela possibilita relacionar os fenômenos macroscópicos e submicroscópicos. De acordo com GIORDAN (2008), a “simulação conjugada à visualização” proporciona uma mudança no entendimento do fenômeno que é de “grande potencial para a educação em ciências” (GIORDAN, 2008).

Há estudos nos quais já foram utilizados *softwares* de simulação de experimentos. Um deles é o trabalho de SOUZA et al (2005), no qual foi utilizado o *software* “Titulando 2004”. Trata-se de um *software* gratuito e sobre titulação, cuja aplicação, indicou que o *software* promoveu o interesse dos alunos pela aula. Além disso, os alunos pesquisados relataram que uso do *software* favoreceu a compressão do assunto. Foi demonstrado, diante de tais dados que ambientes de aprendizado diferentes de sala de aula devem ser mais utilizados pelos professores e que o computador é uma ferramenta importante para dinamizar as aulas e beneficiar a aprendizagem.

Muitas universidades e centros de pesquisas desenvolvem *softwares* de experimentação e divulgam o material em seu *site*. Pode-se tomar como

ilustração a Universidade de Oxford, em cujo *site* (<http://www.chem.ox.ac.uk/vrchemistry/>) há simulações de experimentos envolvendo compostos de metais de transição disponíveis em um laboratório virtual. Para os alunos de graduação, esses experimentos também apresentam vídeos para melhor visualização das reações (MORETTI, 2007). Outro exemplo é a Universidade Estadual de Campinas, que também apresenta em seu *site* (<http://ib.unicamp.br/ite/cdbioq/index2.html>) *softwares* educacionais contendo simulações de experimentos direcionados para o ensino superior na área de bioquímica. O *site* também apresenta tutoriais interativos com textos, imagens, exercícios e diversas animações. O grupo de pesquisa de ensino de química da Universidade do Estado de Iowa, nos Estados Unidos, também apresenta experimentos com tutoriais em seu *site*: (<http://www.chem.iastate.edu/group/greenbowe/sections/projectfolder/simDownload/index4.html>).

Há ainda *sites* de universidades e centros de pesquisa que divulgam simulações para alunos do ensino médio, como o Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologias Educativas (<http://www.lapeq.fe.usp.br/>). No referido endereço eletrônico, há materiais virtuais como simulações de experimentos e demonstrações de fenômenos científicos (MORETTI, 2007). Outro *site* para o ensino médio que apresenta simulações de experimentos e faz relações com o cotidiano é o LabVirt (laboratório didático virtual) desenvolvido pela a Universidade de São Paulo (USP) e coordenado pela Faculdade de Educação. No *site* é possível encontrar várias simulações de diversos conteúdos de química. Nas simulações, o aluno interage com o conteúdo, realizando experimentos e respondendo questões (SANTOS, D. O. et al, 2010).

Uma das simulações do LabVirt, denominada “Tem álcool na gasolina?”, foi utilizada no trabalho de MOURA e colaboradores (2012) com alunos ensino médio no conteúdo de “soluções”. Além dessa simulação, foi utilizada outra denominada “Soluções”, que foi desenvolvida pela Rede Interativa Virtual

de Educação (RIVED). Primeiramente, os alunos responderam um questionário prévio, depois assistiram uma aula expositiva, na sequência utilizaram os *softwares* e, por fim responderam novamente o mesmo questionário. O primeiro questionário apresentou muitas perguntas não respondidas ou muitos erros. Por exemplo, a maioria dos alunos respondentes indicou que nunca tinha preparado uma solução. Na segunda aplicação do questionário, foi verificada uma melhora no desempenho: todos alunos responderam que já haviam preparado soluções no cotidiano como, por exemplo, o soro. Os autores relatam que, durante a aplicação, alguns fatores dificultaram a execução da atividade, entre os quais destaca o manuseamento do computador, a interpretação dos problemas propostos pelos *softwares* e as dificuldades nos cálculos. Os pesquisadores concluíram que a aula expositiva seguida da aplicação das simulações dos *softwares* educacionais promoveu um aumento do aproveitamento dos alunos sobre o tema proposto (MOURA et al 2012).

Outro *site* que apresenta várias simulações de química e de outras disciplinas é o da Universidade do Colorado-Boulder (<http://phet.colorado.edu/>), desenvolvido pelo grupo phET. As simulações podem ser baixadas livremente para o computador, permitindo que os alunos interajam com os experimentos. No trabalho de OLIVEIRA e colaboradores (2013), foi utilizada uma simulação desse *site* sobre o experimento de espalhamento de partículas alfa. O experimento foi realizado por Rutherford e ajudou o cientista a propor seu modelo atômico. O *software* foi aplicado junto com um método cooperativo de aprendizagem (método Jigsaw) para alunos do 9º ano do Ensino Fundamental. Na sala de aula, os alunos formaram grupos com quatro membros, sendo que cada membro ficou responsável por um tema específico. Os alunos que compartilhavam do mesmo tema formaram novos grupos na sala de informática e, em seguida, utilizaram o *software*. Após a atividade com o *software*, cada membro voltou para seu grupo de origem. Eles escreveram um texto sobre o que aprenderam e responderam a um questionário. Nas respostas, os alunos citaram que a atividade foi dinâmica e

interativa. Os pesquisadores observaram que, no início, os alunos estavam confusos porque nunca tinham realizados experimentos, contudo, conseguiram acompanhar posteriormente. Foi observado também o desenvolvimento de habilidades de comunicação, promoção de caráter e atitudes positivas ao longo da realização dessa atividade. Os autores indicaram, ainda, que a utilização do *software* com metodologia de aprendizagem cooperativa foi eficaz, uma vez que a maioria dos alunos respondeu corretamente o questionário. Além disso, a atividade ofereceu a resolução dos problemas de desinteresse dos alunos e da compreensão imperfeita do papel dos modelos da ciência (OLIVEIRA et al, 2013)

1.5.1.3 - Expressões Verbais Utilizadas com Animação ou Simulação

Segundo GIORDAN (2008), o ensino de química é, muitas vezes, caracterizado pela memorização e experimentos ingênuos. De acordo com esse autor, para superar essa visão são necessárias atividades discursivas com representações macroscópicas e submicroscópicas. A fim de oferecer ao estudante melhor compreensão dos significados, é necessária que ele domine essas representações para elaborar significados na fronteira dessa realidade (GIORDAN, 2008).

O ambiente de simulação, além disponibilizar os objetos moleculares virtuais, pode apresentar elementos verbais. Assim sendo, há a possibilidade de gerar discussões entre alunos, entre alunos e professor e entre alunos, professor e o ambiente de ensino. Segundo GIORDAN (2008), esses diálogos são importantes, pois, quando os alunos dialogam entre si, eles participam da construção do conhecimento.

VALENTE (1993) indica que há momentos que é necessário tomar uma decisão quando a simulação é realizada em grupo. Nesse ponto da aula com simulação, é possível que ocorra a discussão entre os membros. Para o autor, quando se tem diferentes grupos, podem surgir diferentes hipóteses, que permite

um contato mais real com os conceitos envolvidos no problema (VALENTE,1993).

Somente com as simulações não se tem a melhor situação de aprendizagem, motivo pelo qual muitas simulações utilizam recursos gráficos e sonoros para que o modelo se aproxime ao modelo real. A simulação pode ainda ser complementada com leituras individuais e em grupo e discussões, entre outras atividades. Além disso, pode ser utilizado o computador ou outros recursos multimídias para inserir textos, hipertextos, sons e imagens. Essa afirmativa é reiterada por VALENTE (1993) que indica que a complementação de atividades pode proporcionar um melhor aprendizado e entendimento de conceitos reais. Por exemplo, ao estudar o movimento de rotação e translação da Terra tem-se mais compreensão observando uma simulação do que utilizando o material impresso. Todavia, são necessárias discussões concernentes ao que foi falado pelo professor, estudado nos livros e com a simulação (VALENTE, 1993).

No estudo sobre animação de MAYER e MORENO (1998), citado por GIORDAN (2008), foi verificado que o estudante aprende melhor quando a expressão verbal oral é apresentada junto com a animação ou simulação do que quando a expressão verbal escrita é apresentada durante as mesmas. A justificativa para utilizar a narração com a animação está no fato da proximidade das palavras com as imagens. Essa combinação incentiva os alunos a fazerem a conexão entre as representações verbais e as visuais de uma informação.

Segundo NEVADO (2005), o uso do simulador com expressões verbais pode incluir pessoas com necessidade especiais. Um portador de deficiência, ao utilizar um simulador, pode realizar tarefas que não seriam possíveis ou que seriam difíceis de serem realizadas em um ambiente escolar. Por exemplo, uma pessoa surda e muda, pode aprender por meio de vídeos demonstrativos ou de animações com expressões verbais e depois realizar a tarefa ou experimento utilizando o *software*.

Outras atividades interessantes, além da visualização, como elaboração de textos e modelos explicativos devem ser realizadas para que ocorra a formação de visões realísticas da ciência (GIORDAN, 2008). Ao explicar o fenômeno por meio de uma narrativa, o aluno deve refletir sobre lei teórica dos fenômenos bem como os resultados experimentais observados na simulação. Essas ações contribuem para domínio do pensamento científico e na construção de significados. As simulações oferecem diferentes formas de representação e de ação, o que pode proporcionar um “processo de produção de alto valor cognitivo” (GIORDAN, 2008).

Segundo BATISTA e FILHO (2011), quanto maior o grau de dificuldade de entendimento de uma ideia ou de uma representação, maior é a contribuição de uma animação ou simulação. Para esses autores, a animação e a simulação proporcionam um maior esclarecimento da explicação do conteúdo do que só uma imagem. Esses autores reiteram que as animações e as simulações podem ser complementadas com texto de apoio ou discurso do professor. Eles justificam que só a animação (sem recursos verbais) pode causar confusões conceituais. Os pesquisadores indicam que mesmo com o apoio de narrativa, as imagens ou as animações podem estimular o raciocínio e a reflexão, habilidades colaborativas para gerar condições para uma argumentação.

1.5.1.4 - Erros Conceituais nas Animações, Simulações e Imagens

Devido à “tentativa de facilitar” e simplificar a transmissão do conhecimento, seja na forma de imagem ou de texto, muitos conceitos químicos foram alterados. Esses conceitos estão presentes em livros didáticos, nas falas dos professores e alunos, dificultando, nesse sentido, as correções. Segundo BATISTA e FILHO (2011), a interpretação errada de um texto é mais fácil de ser corrigida, do que a interpretação errada de uma imagem. Os autores se justificam

indicando que, a imagem observada é armazenada no subconsciente e dificilmente pode ser esquecida ou apagada.

Ainda de acordo com os mesmos autores, a divulgação de uma imagem deve ser cautelosa e as representações devem transmitir um conceito de forma clara e mais aperfeiçoada. Para os pesquisadores, quando as imagens geram conhecimentos adequados, o aluno tem uma aprendizagem mais significativa, o que provavelmente estimula o estudo.

Na Internet podem ser encontrados muitos materiais com erros conceituais. Há muitas imagens de qualidade diferentes, motivo pelo qual se deve ter uma análise criteriosa na escolha de conteúdos e de imagens. Atualmente, os endereços na Internet e os livros digitais fazem parte do material didático dos estudantes de todos os níveis, sendo importante também para o ensino à distância (BAPTISTA e SANTOS FILHO, 2011).

1.6 - Professores e Ferramentas Tecnológicas

Para a implantação das tecnologias no ensino, a escola deve ter sistemas educativos como *softwares* e espaço adequado para instalação dessas tecnologias. Uma vez estabelecidas essas implementações, é substancial que os professores estejam preparados para lidar com as tecnologias e aptos a relacioná-las com conteúdo, pois são os docentes que irão explorar didaticamente e utilizar esses recursos.

Segundo FERREIRA (1998) e LOPES e colaboradores (2012), deve se ter crítica ao utilizar os recursos tecnológicos no ensino. De acordo com FERREIRA (1998), a tecnologia sozinha não solucionará todos os problemas educacionais, pois ela é uma ferramenta que pode resolver parcialmente as dificuldades quando acompanhada de metodologias adequadas. SANTOS e colaboradores (2010) acreditam que a utilização correta das ferramentas computacionais possibilitará um melhor aprendizado. KENSKI (2008) coloca que o objetivo da tecnologia é ser combinada com novas estratégias, proporcionando

aprendizagens significativas aos alunos (LOPES et al, 2012). Os pontos de vista de EICHLER e DEL PINO (2000) são fundamentados nos pressuposto de que para que a aprendizagem ocorra, o *software* ou recurso tecnológico deve estar integrado com o currículo. Os mesmos autores indicam que junção de recursos tecnológicos de qualidade e profissionais poderá resultar em novas nas estratégias e metodologias de ensino e/ou aprendizagem.

O professor deve intermediar a relação entre o conhecimento do aluno e o programa computacional, pois somente os professores conhecem as experiências, as facilidades, as dificuldades e, quais os erros mais comuns dos alunos com relação ao conteúdo químico. Além disso, apenas por meio do contato pessoal é que se pode haver estímulo da curiosidade dentro de um ambiente de aprendizagem em que se utiliza o computador. O estudante poderá ter dificuldades no processo de aprendizagem sem essa relação de contato (MOURA et al, 2012) (FERREIRA,1998).

Tendo-se professores com conhecimentos sobre os recursos tecnológicos, pode haver incentivo aos alunos a utilizarem esses recursos para o aprendizado (MACEDO et al., 2009). Segundo FERREIRA (1998), essa é uma atitude positiva dos professores frente às tecnologias. De acordo com PAIVA (citado por MACEDO et al., 2009), os efeitos positivos da tecnologia irão aparecer quando os professores se empenharem no domínio da mesma, explorando ao máximo as possibilidades oferecidas por elas.

Em conformidade com MORAIS (2006), há muitas barreiras para a introdução das tecnologias no ensino. Um dos fatores que limita sua introdução é a escassez de *softwares* de boa qualidade técnica e pedagógica. Outro fator restritivo é a falta de preparação dos professores para utilizar os recursos computacionais no ensino.

A falta de preparação do professor para aproveitar os recursos computacionais no ensino é um problema não só indicado por MORAIS (2006), mas também por outros pesquisadores (EICHLER e DEL PINO, 2000;

VALENTE, 1993). Segundo FERREIRA (1998), há trabalhos que comprovam que a tecnologia pode auxiliar na aprendizagem, mas poucos professores fazem uso desses recursos tecnológicos, pois não se sentem confortáveis em utilizá-los. Muitas vezes, essa vicissitude se justifica pela formação inicial dos professores e carência de formação continuada que capacita o professor para utilizar tais recursos. De acordo com MALDANER (2000), citado por MACEDO e colaboradores (2009), mais cursos de formação continuada devem ser oferecidos ao professor (MACEDO et al., 2009).

Com relação à formação inicial, os cursos de licenciaturas devem incluir com urgência o uso das TIC's, com a finalidade de formar professores que se sintam seguros com as tecnologias e preparados para utilizá-la (RIBEIRO e GRECA, 2003). A familiarização do futuro professor com recursos tecnológicos deve ser construída na universidade, razão pela qual BAPTISTA e SANTOS FILHO (2011) indicam que:

“(...) é lá que o conhecimento é gerado e é lá o local mais adequado para se testar e divulgar os novos recursos educacionais que são gerados. Nesse sentido, a universidade deverá formar (...) profissionais que, além de ter um domínio aprimorado dos conceitos básicos de Química, estejam perfeitamente adaptados aos novos recursos tecnológicos e as novas tecnologias aplicado no ensino” (BAPTISTA e SANTOS FILHO, 2011, p.31).

Segundo EICHLER e DEL PINO (2000), tanto a formação continuada como a inicial não são processos simples, pois envolvem conteúdos específicos, princípios educacionais, metodologias de ensino, psicologias da aprendizagem, uso e escolha de meios didáticos entre outros. O curso de formação, de acordo com VALENTE (1993), deve ter como objetivo a mudança ou proporcionar condições de mudança na atuação do profissional, além de “entender o processo de ensino-aprendizagem”.

Para VALENTE (1993), é necessário que o professor tenha domínio sobre o computador e saiba como aplicá-lo em sala de aula. Infelizmente, o domínio do computador não é uma habilidade que se adquire de imediato. Nessa

lógica, observa-se que o professor sentirá mais dificuldades em aproveitar o potencial do computador no processo de ensino-aprendizagem sem o desenvolvimento dessa aptidão. Isso posto, justifica-se a razão pela qual um curso de formação deve oferecer situações de aprendizagem com o uso da informática, pois, dessa forma, o participante pode entender a função da informática e a sua própria função como educador. Ainda em consideração aos apontamentos de VALENTE (1993), indica-se que o professor pode ser orientado para usar a tecnologia com seus alunos. Uma vez que essa orientação docente ocorre, o professor estará apto a observar as dificuldades, as deficiências e as potencialidades do aluno, estando mais hábil para auxiliá-lo. Ao longo do uso do computador com os alunos, podem surgir problemas, o que reitera a importância de um curso de formação na área de informática em educação. Cursos de formação como esse proporcionam momentos em que os professores participantes vivenciem situações de conflito (aluno-computador) como o apoio de pessoas mais experientes (professores do curso). Uma vez vivenciadas tais situações nos cursos de formação, o professor adquire mais domínio e experiência quanto ao uso do computador, podendo, aos poucos, desenvolver uma nova postura (VALENTE, 1993).

É necessário tempo e espaço, segundo VALENTE (1993), em um curso de formação cujo objetivo é provocar mudança na prática pedagógica do professor. Para esse autor, o espaço é importante para o participante “entender e dominar o computador”, além de ser o ambiente no qual o participante reflete e discute os problemas. O tempo é primordial para que o professor assimile os conteúdos e “crie situações” para aplicar o que aprendeu (VALENTE, 1993).

Não somente os professores, mas inclusive muitos outros profissionais da educação estão despreparados com relação à informática. Como consequência dessa despreparação, os *softwares* educacionais não são utilizados e, quando são, podem ser mal aplicados por não terem sido avaliados (RAMOS, 1999). Alguns trabalhos têm proposto que sejam considerados os aspectos

técnicos e pedagógicos na avaliação de um *software* educacional, de tal modo que sejam satisfeitas as necessidades dos professores e as características dos alunos. A preparação dos profissionais vem ocorrendo e, atualmente, já é possível encontrar trabalhos relacionados à avaliação de *softwares* educacionais de química como o de VIEIRA (2011) (EICHLER e DEL PINO, 2000).

Segundo BAPTISTA e SANTOS FILHO (2011), atualmente, há muitos recursos tecnológicos que não foram desenvolvidos para serem aplicados especificamente no ensino de química. Todavia, tais recursos podem ser utilizados para a produção de materiais educacionais com objetivo de melhorar as aulas, como a produção de imagens em 3D e animação de moléculas e orbitais atômicos. É fundamental que se considere que os professores de química apresentam domínio sobre os conceitos de química, mas a maioria deles não está totalmente preparada para utilizar os recursos computacionais ou não consegue utilizar os recursos de informática de forma adaptada ao ensino. De acordo com os referidos autores, é importante que o educador da área de química busque auxílio com o profissional da área de informática, que sabe utilizar mais adequadamente recursos tecnológicos e pode ensinar algumas técnicas, quando o profissional de educação de química não apresenta muito conhecimentos de informática. Nesse sentido, uma parceria entre os profissionais das duas áreas se faz expressivamente conveniente. Não apenas a avaliação, mas também a produção de *software* educacional requer um trabalho em conjunto de profissionais da área de educação e informática.

Atualmente, muitos cursos de licenciatura passam por um processo de reestruturação curricular, inserindo disciplinas relacionadas com Tecnologia de Informação Comunicação (TIC's). Nos cursos de Licenciatura em Química da Universidade Federal do Ceará (UFC) e da Universidade Federal de Sergipe/Campus José Aloísio de Campos, a disciplina “Ferramentas Computacionais para o Ensino de Química” (FCEQ) foi implantada ao currículo com a finalidade de capacitar o futuro professor de química para uso de

ferramentas tecnológicas. Essa disciplina teve um trabalho conjunto com a disciplina de estágio, propondo novas formas de ensinar. Os efeitos dessa inserção curricular, foram observados nos relatos dos licenciandos que declararam que a FCEQ foi de grande importância em suas formações (JESUS et al.,2012) (LIMA et al.,2012).

Buscando uma melhor formação de professores na área de tecnologia, pesquisadores do Laboratório de Pesquisa em Ensino de Química e Tecnologia Educativas da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP) criaram a disciplina “Metodologia de Ensino Química via Telemática” (MEQVT). Essa disciplina é oferecida pela Internet para licenciandos em Química de diversas universidades pública brasileiras. Um dos objetivos é preparar os futuros educadores para atuar nos novos ambientes de ensino com estruturas tecnológicas de informação e comunicação. Os alunos de MEQVT eram tutores em um ambiente virtual em um dos módulos da disciplina, esclarecendo dúvidas de estudantes do ensino médio (BARBOSA e GIORDAN, 2010).

O uso da TIC's no ensino foi um tema incluído na disciplina de estágio do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Goiás. Foi proposto que os alunos a elaborassem um material didático em forma de histórias em quadrinhos (HQ) produzidos a partir de *softwares* disponíveis na Internet. Para essa finalidade, foram utilizados três programas, um para a construção de cenários e fundos, outro para o desenho dos personagens e o terceiro para a união e estruturação. A HQ produzida relata a história do cotidiano de duas personagens envolvendo conceitos de química e, posteriormente, foi avaliada por professores responsáveis da disciplina. Com a realização dessa atividade, foi possível envolver os futuros professores em trabalho com uso das TIC's e na discussão dos conceitos a partir da HQ (BORGES et al, 2010).

Na pesquisa de FREITAS e colaboradores (2011) sobre *softwares* educativos de química realizada com estudantes do curso de Licenciatura em

Química da Universidade Estadual da Paraíba – PB, foram investigados a opinião e os conhecimentos dos alunos sobre *softwares* educacionais de química. Primeiramente, os pesquisadores apresentaram quatro softwares de química: QuipTabela, Ludo Químico, Carbópolis e Crocodile Chemistry. Após a apresentação, os licenciandos foram questionados se usariam os *softwares*: 48% dos estudantes disseram que os usariam junto com os alunos no momento em que se tornassem professores, 28% dos estudantes alegaram que os utilizariam para seus próprios conhecimentos, 24% dos graduandos indicariam os *softwares* para seus alunos. Quanto às justificativas, os graduandos que responderam que não utilizariam os *softwares* com seus futuros alunos explicaram que precisam dominar melhor o programa, outros disseram que a escola não tem estrutura e outros alegaram que há pouco tempo de aula para cumprir o conteúdo. Os resultados colaboraram para a verificação do baixo impacto do *software* na educação (FREITAS et al.,2011).

ROCHA e colaboradores (2012) aplicaram um questionário com estudantes do curso de Licenciatura em Química sobre hipermídia e experimentos virtuais. Dos entrevistados, 60% disseram conhecer de *sites* que apresentam hipermídia e/ou experimentos virtuais. A maioria dos entrevistados (53%) disse que trabalharia com experimentos virtuais e hipermídia, o restante dos alunos disse ter dúvida se utilizaria ou não. Ao perceber as dúvidas de muitos alunos, os pesquisadores indicaram que é fundamental que os interesses dos licenciandos sejam melhor trabalhados nos períodos de suas formações, pois eles precisam utilizar as ferramentas tecnológicas a fim de propiciar uma melhor qualidade no ensino de química (ROCHA et al, 2010).

Na pesquisa de BENITE e BENITE (2008), foram entrevistados 23 professores de química, sendo que 11 deles mencionaram que utilizam recursos de multimídia para acesso às bibliotecas públicas nas suas aulas e propiciam momentos de participação em grupos de discussão sobre temas de química (comunicação à distância). Os pesquisadores citam que o diálogo dos alunos por

meio do computador é uma das formas dos alunos adquirem conceitos, além de apontarem que essa aplicação das tecnologias é uma das mais investigadas no contexto escolar. Quando perguntados sobre as vantagens do uso da tecnologia, eles elencaram que as tecnologias colaboram para melhor aproveitamento do tempo, oferecem realizações seguras de experimentos, estabelecem novas relações professor-aluno e aluno-aluno, favorecem o desenvolvimento de uma maior autonomia de alunos e professores e, por fim, cooperam para a construção de novas relações professor-aluno e aluno-aluno. Esses dados de pesquisa indicam que os professores têm reconhecido os novos espaço disponíveis para o aluno adquirir conhecimentos. Em relação às desvantagens, o fator mais citado foi o isolamento devido ao uso intenso, a problemática da exclusão social e o desestímulo ao conhecimento das regras da escrita. O reconhecimento de tais perdas em função do usos das tecnologias em sala mostra a preocupação desses professores com o intenso uso de computador pelos alunos, porque atribui-se ao uso da tecnologia a criação de estado de passividade e de desligamento da realidade, suposições essas que podem prejudicar o desenvolvimento dos jovens (BENITE e BENITE, 2008).

No trabalho de MACEDO e colaboradores (2009), foi realizada uma pesquisa com 23 professores de química da rede estadual da cidade de Curitiba – PR. Primeiramente, eles foram questionados e mostraram-se otimista quanto às diversas possibilidades de uso da TV-Multimídia (simulação, problematização...) que foi inserida nas salas de aulas de escolas de Curitiba e região. Eles admitiram que sentem dificuldade em utilizar as TIC's, e apontaram causas justificadoras dessas dificuldades, entre as quais a falta de formação específica para o uso das TIC's, capacitação insuficiente, inexistência de materiais e/ou recursos, ausência de motivação, carência de recursos humanos de apoio e falta de tempo para preparar as aulas.

Posteriormente, os pesquisadores acompanharam 14 professores que participavam de um curso de capacitação oferecido pela Secretária Educação

Digital – PR sobre a utilização da TV-Multimídia. O curso ofereceu aulas para a apresentação de conceitos e operações básicas de informática e não preparou os docentes para aplicação das novas tecnologias e nem da TV-Multimídia na sala de aula. Na última etapa da pesquisa, foram observadas duas aulas de química onde os professores utilizaram a TV-Multimídia. Os pesquisadores perceberam que os professores estão tentando empregar a TV-Multimídia no ensino de química. Em uma das aulas, o professor empregou a TV-Multimídia com metodologia tradicional. Em outra aula, foi empregada uma proposta construtivista com problematização e contextualização. Nessa perspectiva, foi possível perceber que a TV-Multimídia e outros recursos podem ser utilizados com diferentes abordagens pedagógicas (MACEDO et al.).

CAPÍTULO 2 - METODOLOGIA

Neste capítulo, serão descritos os caminhos trilhados para atingir os objetivos propostos da pesquisa, e eles serão apresentados em três subcapítulos. No subcapítulo 2.1, é apresentado o *software* “Virtual ChemLab”, que é um laboratório de química virtual e foi utilizado nas videoaulas elaboradas pela pesquisadora. A descrição de tais vídeos é relatado no subcapítulo 2.2. O *software* também foi utilizado nas aulas com recursos multimídia ministradas por uma licencianda em química durante seu estágio em uma escola pública, o qual ocorreu sob orientação da pesquisadora e de acordo com os procedimentos desta pesquisa. Essas aulas estão delineadas no subcapítulo 2.3.

Este trabalho é uma pesquisa de caráter qualitativo que, segundo LUDKE e ANDRÉ (1986) caracteriza-se por ter “o ambiente natural como fonte direta de dados e o pesquisador como seu principal instrumento”. As autoras, também indicam que os dados obtidos são descritivos e suas análises propendem “a seguir um processo indutivo”. Outro aspecto importante mencionado pelas autoras é com relação “ao significado que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador”. BOGDAN e BIKLAN (1994) indicam que a pesquisa qualitativa se delimita à medida que os dados são coletados e analisados.

A presente pesquisa é dividida em dois eixos: videoaulas de química e aulas presenciais com recursos multimídias. No eixo videoaulas de química os sujeitos da pesquisa são os espectadores das videoaulas. Esses vídeos exibem dados coletados ao longo de período correspondente entre janeiro de 2014 e maio de 2015 e foram disponibilizados no *site* “YouTube” bem como no *site* “Laboratório de Química Teórica da UFSCar (LQT-UFSCar)”. No eixo aulas com recursos multimídias, os sujeitos da pesquisa são a licencianda em química (estagiária), os alunos do ensino médio de uma escola pública que presenciaram as aulas ministradas pela estagiária e a professora responsável pela classe de

alunos do Ensino Médio. Essas aulas ocorreram entre outubro e novembro de 2014.

Os instrumentos para coletas de dados dessa pesquisa foram os dados dos vídeos disponíveis no “YouTube”, os comentários obtidos no *site* do “LQT-UFSCar”, o questionário e observação da situação. Para que a análise das videoaulas se cumprisse foram utilizados os dados coletado do “YouTube” e os comentários obtidos no *site* “LQT-UFSCar”, descritos no item 2.2. Quanto à análise das aulas com recursos multimídias, foram utilizados a observação da situação (aplicação da aula) e o questionário respondido por alunos, estagiária e professora da turma. Esses últimos serão descritos a seguir.

Durante o desenvolvimento de uma pesquisa, a observação possibilita que o pesquisador acompanhe os sujeitos pesquisados, razão pela qual MYNAIO (2011) coloca que:

“(...) um pesquisador se coloca como observador de uma situação social com a finalidade de realizar uma investigação científica. O observador, no caso, fica em relação direta com seus interlocutores no espaço social da pesquisa (...) com finalidade de colher dados e compreender o contexto da pesquisa” (MYNAIO, 2011, p.70).

Nesta pesquisa, a pesquisadora acompanhava todas as aulas presenciais que foram planejadas, tendo como foco a observação dos seguintes aspectos: preparação prévia de cada aula, acontecimentos (imprevistos) no decorrer das aulas e comportamento dos alunos em relação às dificuldades e facilidades para realizar as atividades propostas.

GIL (2008) aponta que o questionário é uma técnica de investigação composta por questões apresentadas na forma escrita. Questionários têm o objetivo de “obter informações sobre conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses, expectativas, aspirações, temores, comportamento presente ou passado etc” (GIL, 2008, p.121). Suas questões constituintes são respondidas por escrito e podem ser auto aplicadas, ou seja, o aplicador pode estar ausente. Algumas vantagens desse instrumento segundo, o autor supradito são a

possibilidade de atingir um maior número de pessoas, a maneira pela qual é enviado (por correio ou e-mail), a não exigência de treinamento dos pesquisadores para aplicá-lo, a garantia do anonimato das respostas dos pesquisados, a conveniência pessoal dos respondentes poderem respondê-lo no momento em que lhe é oportuno e, por fim, a não exposição dos sujeitos de pesquisa à influência das opiniões (GIL, 2008).

Portanto, o questionário foi o principal instrumento de coleta de dado dessa pesquisa para atingir os objetivos propostos. Foram utilizadas questões do tipo aberta, nas quais os respondentes ofereceram suas próprias respostas com palavras que julgaram adequadas (GIL, 2008).

As respostas das questões concedidas por alunos, professora e estagiária foram analisadas de acordo com a metodologia de “análise de conteúdo” proposta por BARDIN (2011). A análise de conteúdo corresponde a uma técnica de investigação com a finalidade de construir “a descrição objetiva, sistemática, e quantitativa do conteúdo manifesto das comunicações”. As fases da análise de conteúdo são: i) pré-análise; ii) exploração do material; e iii) tratamento dos resultados, a inferência e a interpretação.

A “pré-análise” visou escolher os documentos que seriam analisados, formular hipóteses e objetivos e a elaborar indicadores para interpretação final. A “exploração do material” foram aplicadas as decisões tomadas. Na fase “tratamentos dos resultados obtidos, a inferência e a interpretação”, os resultados brutos foram tratados de modo a se tornarem significativos e válidos. Foi possível compor quadro de resultados que condensaram as informações em estudo.

Podem ser identificados os “núcleos de sentido” em uma análise de dados que compõe a comunicação e que tenha significado para o objetivo da pesquisa. Isto posto, as respostas das questões dessa pesquisa foram analisadas a partir da categorização das respostas das questões. A categorização tem o objetivo de fornecer uma representação de forma condensada dos dados brutos, motivo pelo qual BARDIN (2011) assinala que:

“A categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto por diferenciação e, em seguida, por agrupamento segundo o gênero (analogia), com critérios previamente definidos. As categorias são rubricas ou classes, as quais reúnem um grupo de elementos (unidade de registro, no caso da análise de conteúdo) sob um título genérico, agrupamento esse efetuado em razão das características comuns destes elementos” (BARNIN, 2011, p.147)

Assim, para que a análise dos dados brutos pesquisados se fizesse, primeiramente, foi separada cada questão com as devidas respostas dos alunos em uma planilha gerada no *software* Excel. As respostas foram lidas diversas vezes para que fossem identificados pontos comuns (BOGDAN e BIKLEN, 1994). Após leitura e investigação dos elementos comuns, os dados foram categorizados. Foram criadas as denominações de cada agrupamento e, posteriormente, foram separadas as respostas que apresentavam o mesmo sentido dentro de um agrupamento. Essas respostas foram selecionadas e expostas em um quadro. Além disso, um ou mais exemplos de respostas que expressam o significado de determinada categoria. Posteriormente, os dados foram interpretados com a finalidade de reflexão.

As respostas das questões dadas pelas professores também foram lidas e organizadas em dois conjuntos de agrupamentos. Sendo que um dos conjuntos de agrupamentos referiu as contribuições das aulas com recursos multimídias e o outro conjunto indicou às dificuldades das aulas com recursos multimídias. Não foi necessária a separação de cada questão com as respectivas respostas, como foi feito com os dados dos alunos, devido ao número menor de dados obtidos. Após a análise e a classificação, algumas respostas foram selecionadas para serem apresentadas nos quadros. Por fim, os dados foram interpretados com a finalidade de reflexão.

2.1 - O *Software Virtual ChemLab* – Laboratório Virtual de Química

Em concordância com os apontamentos apresentados no primeiro capítulo, o ensino de química apresenta a atividade prática e a teórica, sendo fundamental que ocorra a interação entre elas. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) expõem a importância da compreensão das transformações químicas com a finalidade de capacitar o aluno para analisar e julgar as informações presentes nas mídias. Os PCNs também indicam a importância do desenvolvimento de recursos para o ensino de química com o objetivo de expressar fatos concretos e observáveis.

Um desses recursos pode ser o laboratório virtual de química, que é um programa de informática, que possibilita realização de experimentos de química de modo virtual. No laboratório virtual, os procedimentos do experimento devem ser os mesmos do laboratório real, uma vez que os laboratórios virtuais não substituem os reais. CASINI e colaboradores (2003), citados por VIEIRA (2011), assinalam que não são produzidas todas as características de um processo real em um laboratório virtual.

Para o desenvolvimento do presente estudo, foi utilizado o *software* de laboratório virtual de química “Virtual ChemLab”, cedido pela editora “Pearson Education do Brasil”. Um membro dessa empresa apresentou o “Virtual ChemLab” para a pesquisadora e, posteriormente, a empresa forneceu a instalação gratuita do programa em um computador com a intenção de que fosse possível conhecer melhor o laboratório virtual. Devido ao interesse da pesquisadora em trabalhar com esse *software*, o mesmo foi utilizado para o desenvolvimento de videoaulas e aulas em uma escola pública de nível médio. Houve o contato com outro membro da empresa via e-mail para que as aulas fossem aplicadas na escola. Dessa forma, foram fornecidos *login* e senha, possibilitando a instalação do *software* nas máquinas da escola (Anexo A – termo de autorização para utilização “Virtual Chem Lab”).

Nos parágrafos seguintes, apresenta-se o “Virtual ChemLab”.

A tela inicial do *software* é ilustrada na Figura 1.2. Nesta tela, fecha-se o *software* ao clicar em *Exit* e o livro é aberto ao clicar¹. Em caso de apertar o botão direito do mouse será indicado) no livro azul (*Workbook*). A Figura 2.2 exibe o livro aberto com alguns nomes de experimentos. Caso o usuário tenha interesse, ele pode selecionar um experimento clicando sobre o nome do experimento.

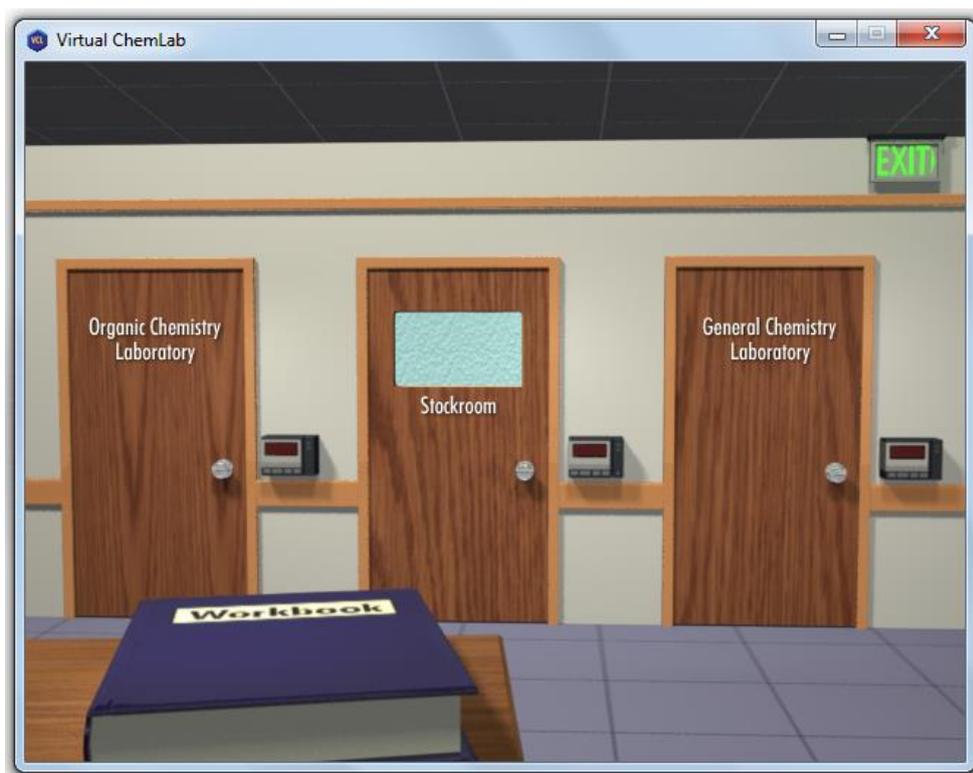


FIGURA 1. 2 - Tela inicial do *software* “Virtual ChemLab”

¹ Em todo o texto a palavra clicar apertar o botão esquerdo do mouse. Nos casos de clicar com o botão direito do mouse será indicado “clicar com o botão direito”.

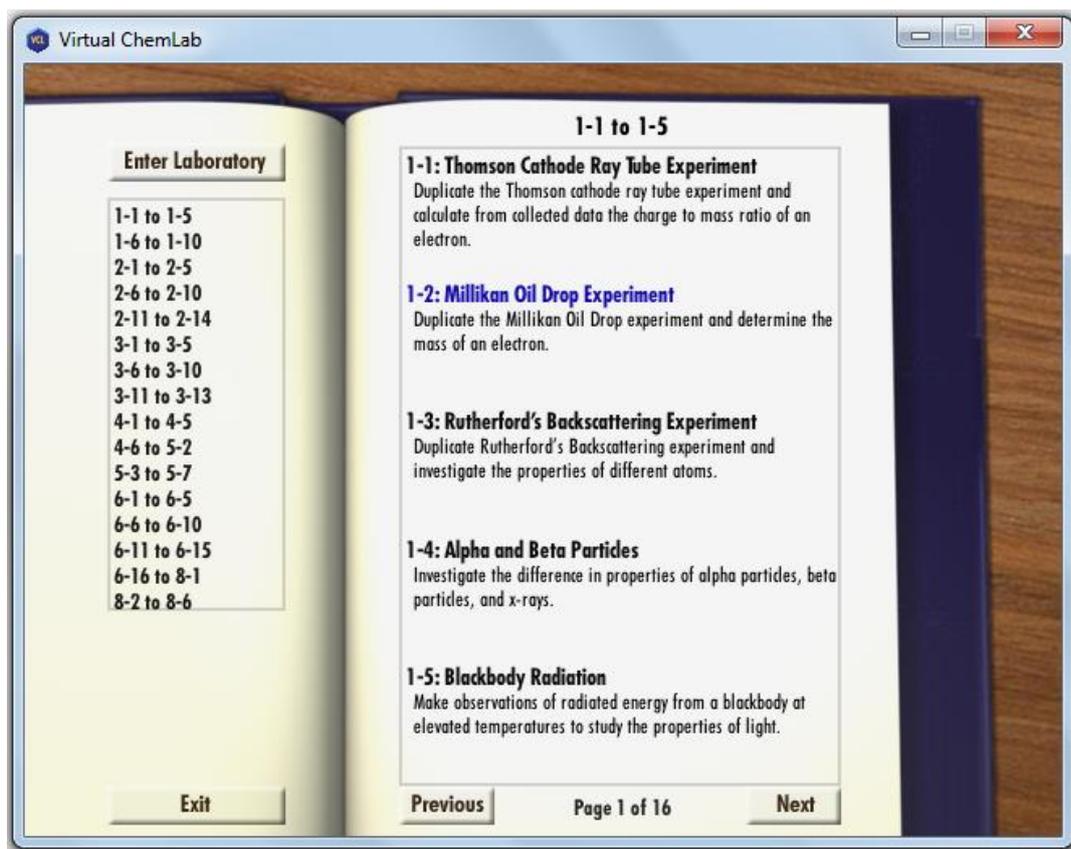


FIGURA 2.2 - Tela do livro de experimento (*Workbook*)

Na tela do *Workbook*, Figura 2.2, ao clicar com o mouse no botão superior *Enter Laboratory*, abre a janela do Laboratório Geral de Química e, ao clicar no botão inferior esquerdo, *Exit* o programa é fechado. Há também os botões inferiores *Next* e *Previous*, o primeiro segue para a próxima página do livro e o segundo retrocede para página anterior.

Ainda na tela do *Workbook*, o usuário pode selecionar um experimento clicando no título do experimento que deseja. Ao clicar, uma nova janela será aberta e, serão apresentados o laboratório e os materiais nos devidos lugares para que o experimento seja realizado. Para fins ilustrativos, a Figura 3.2 exibe que o experimento selecionado que foi “6.11 Titulação ácido-base forte”.

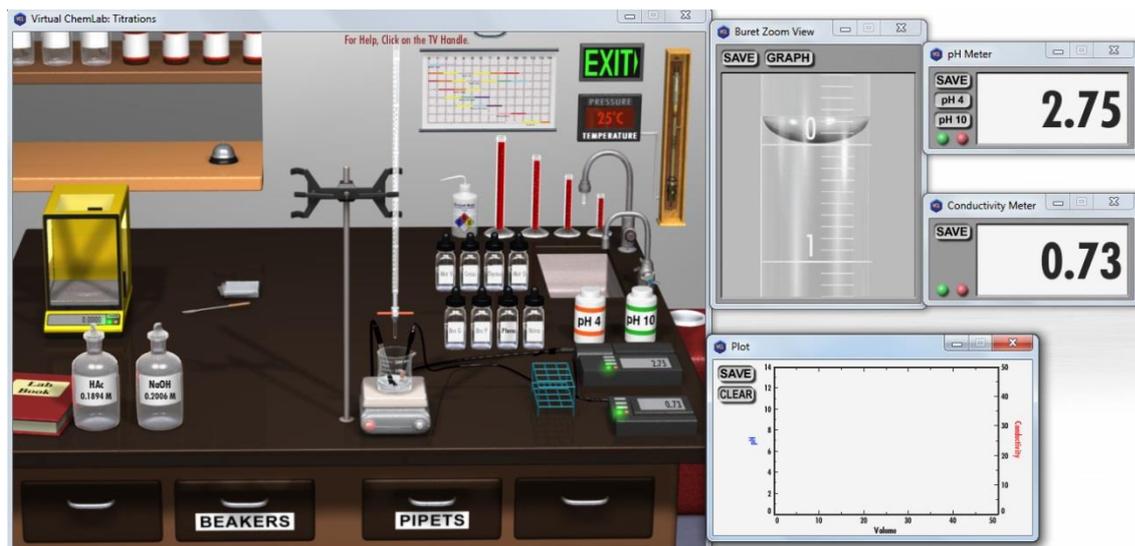


FIGURA 3.2 - Experimento de titulação

Na tela inicial (Figura 1.2), observam-se três portas, que são: *Organic Chemistry* (Laboratório de Química Orgânica), *Stockroom* (Almoxarifado) e *General Chemistry Laboratory* (Laboratório Geral de Química). A terceira porta *General Chemistry Laboratory* é o assunto que configura a abordagem deste trabalho. Ao clicar nessa porta, uma nova janela abre, que é o Laboratório Geral, como se enxerga na Figura 4.2 Para sair do Laboratório Geral clicar em *Exit*.



FIGURA 4.2 - Tela do Laboratório de Química Geral (*General Chemistry Laboratory*)

No Laboratório de Química Geral (Figura 4.2), o usuário pode escolher qual laboratório específico deseja utilizar. Há cinco laboratórios específicos de química: química inorgânica, química quântica, gases, titulação e calorimetria. Diante de tais possibilidades, é oferecida ao usuário a oportunidade de realizar experimentos em diversas áreas da química como termodinâmica, analítica, quântica entre outras. Para escolher um laboratório, basta clicar sobre qual laboratório se deseja.

No presente estudo, a maioria dos experimentos virtuais são realizados no Laboratório de Calorimetria, Figura 5.2 Caso o usuário queira sair do laboratório específico, basta clicar em *Exit*. Ao fazê-lo, o programa volta à tela do Laboratório de Química Geral (Figura 4.2).



FIGURA 5.2 - Tela do laboratório de calorimetria

Em cada laboratório específico, existe um livro vermelho escrito *Lab Book*. Trata-se de um caderno de anotações de dados, em que é possível salvar os

dados obtidos durante o experimento. Para abrir o *Lab Book* basta clicar sobre ele e, em seguida, uma nova janela abre, Figura 6.2.

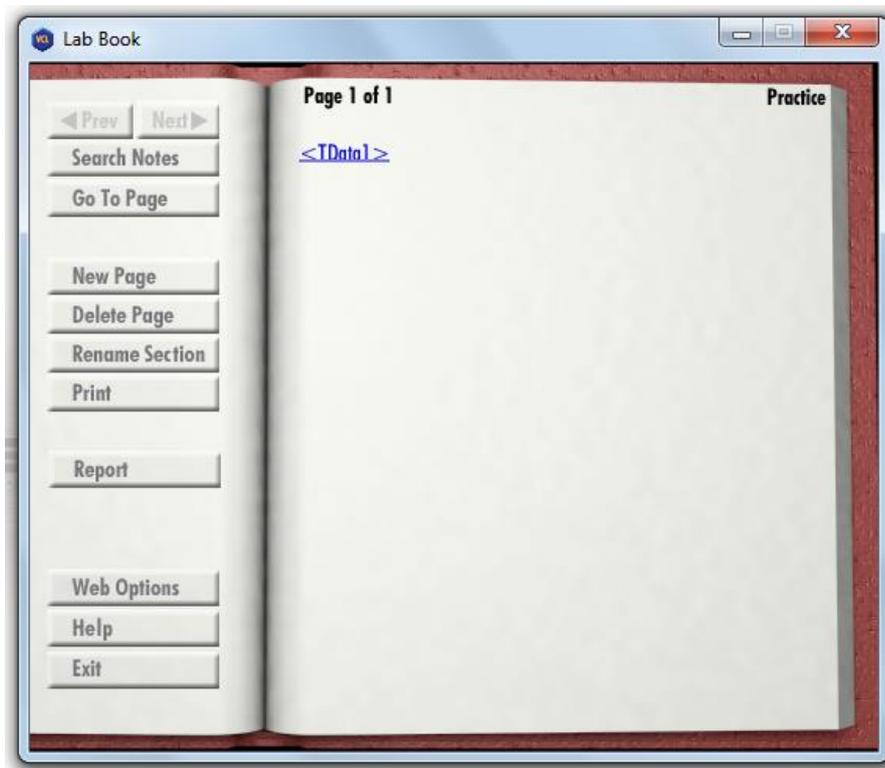
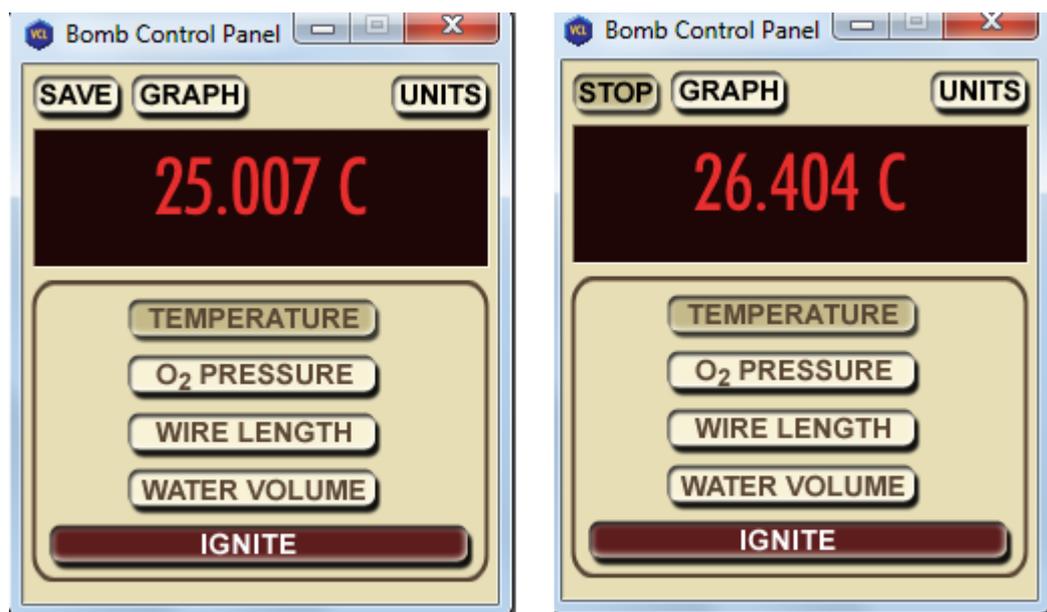


FIGURA 6.2 - *Lab book* – Caderno de anotações aberto

Para salvar os resultados obtidos no experimento, basta clicar no botão *Save* presente na janela do instrumento. Essa janela abre ao clicar sobre o instrumento. A Figura 7.2 apresenta a janela do instrumento bomba calorimétrica. No final do experimento, deve-se clicar no *Stop* também presente na janela do instrumento, Figura 7.2. Após clicar em *Stop*, aparece um *link* azul na tela do *Lab book* (Figura 6.2). Ao clicar nesse *link*, uma tabela será aberta com os dados.



A

B

FIGURA 7.2 - A- Painel de controle da bomba calorimétrica com botão *Save*; B- Painel de controle da bomba calorimétrica com botão *Stop*.

Além do *Lab book*, cada laboratório específico apresenta um almoxarifado com materiais e reagentes necessários para os experimentos. No almoxarifado do Laboratório de Calorimetria, por exemplo, há calorímetros e substâncias puras. Para entrar no almoxarifado, clicar no fundo da tela do laboratório (Figura 5.2), no qual existe o balcão de cor laranja identificado como *Stockroom*. Após clicar em *Stockroom*, uma nova janela abre como mostra a Figura 8.2 (almoxarifado do Laboratório de Calorimetria). Para levar um material ou reagente do almoxarifado para o laboratório, clica em cima dele e arrasta até a área realçada no balcão laranja. Para sair do almoxarifado e voltar ao laboratório, clicar em *Return to Lab*.



FIGURA 8.2 - Almojarifado do laboratório de calorimetria

Há uma prancheta com nomes de alguns experimentos básicos em todos os almojarifados dos laboratórios. Ao clicar no nome do experimento para selecioná-lo, os materiais e reagentes utilizados no experimento são direcionados para seus locais apropriados na bancada do laboratório.

Os Laboratórios de Calorimetria e Titulação apresentam uma balança analítica. Para utilizá-la, é necessário que o frasco fechado com substância esteja próximo à balança. Ao clicar na balança, abre uma janela com o *zoom* na balança (Figura 9.2). Abrir essa janela quando a medida de massas se fizer necessária. Para medir a massa, primeiro, colocar o papel ou o recipiente dentro da balança. Posteriormente, zerar a balança, depois abrir o frasco da substância e por fim, transferir a substância do frasco para o papel ou recipiente sobre a balança. Após anotação do valor da massa, retirar o papel ou o recipiente com a substância e

colocar no local indicado. Para sair desta janela e voltar ao laboratório, clicar em *zoom out*.

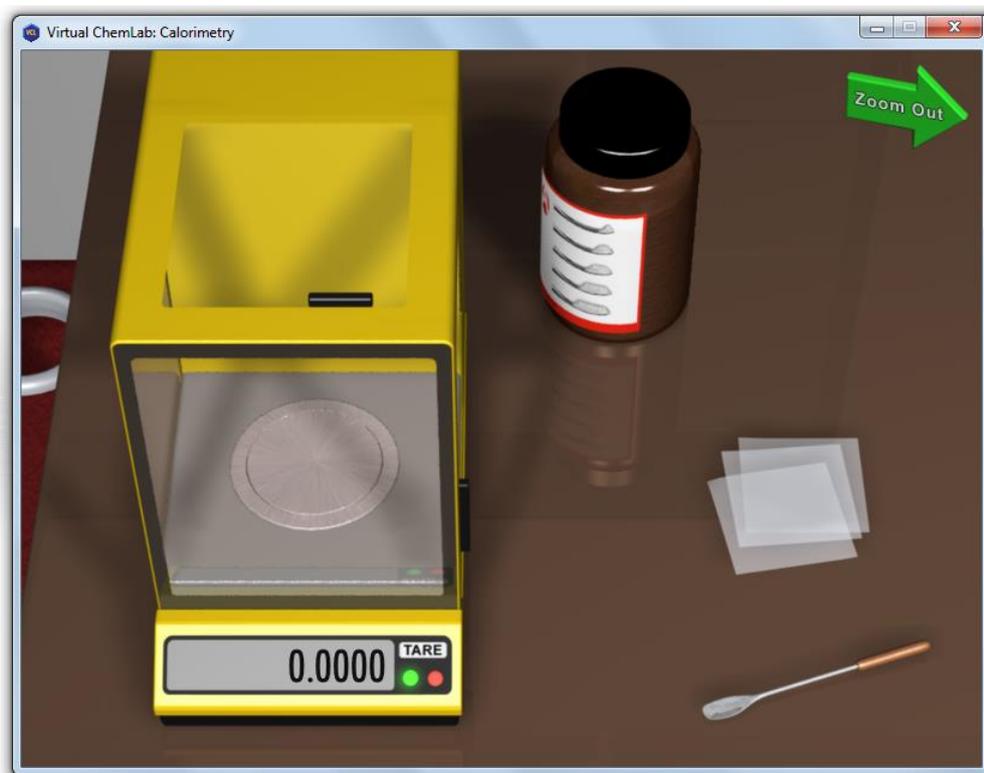


FIGURA 9.2 – *Zoom* na balança analítica

Quando for necessário deslocar um material ou reagente de um local para outro, o *software* indica com uma marcação o local no qual o material deve ser colocado. Por exemplo, quando o usuário clica no calorímetro para mover do balcão laranja para outro local, o *software* indica qual o local que ele deve ser colocado, conforme ilustrado na Figura 10.2. A marcação aparece com apenas um clique sobre o objeto. O objeto (material), automaticamente, é direcionado para o local indicado quando o usuário clicar duas vezes sobre o objeto. Quando o equipamento está no local correto para realização do experimento e o usuário clicar sobre ele, abre uma janela do visor do equipamento ou painel de controle.

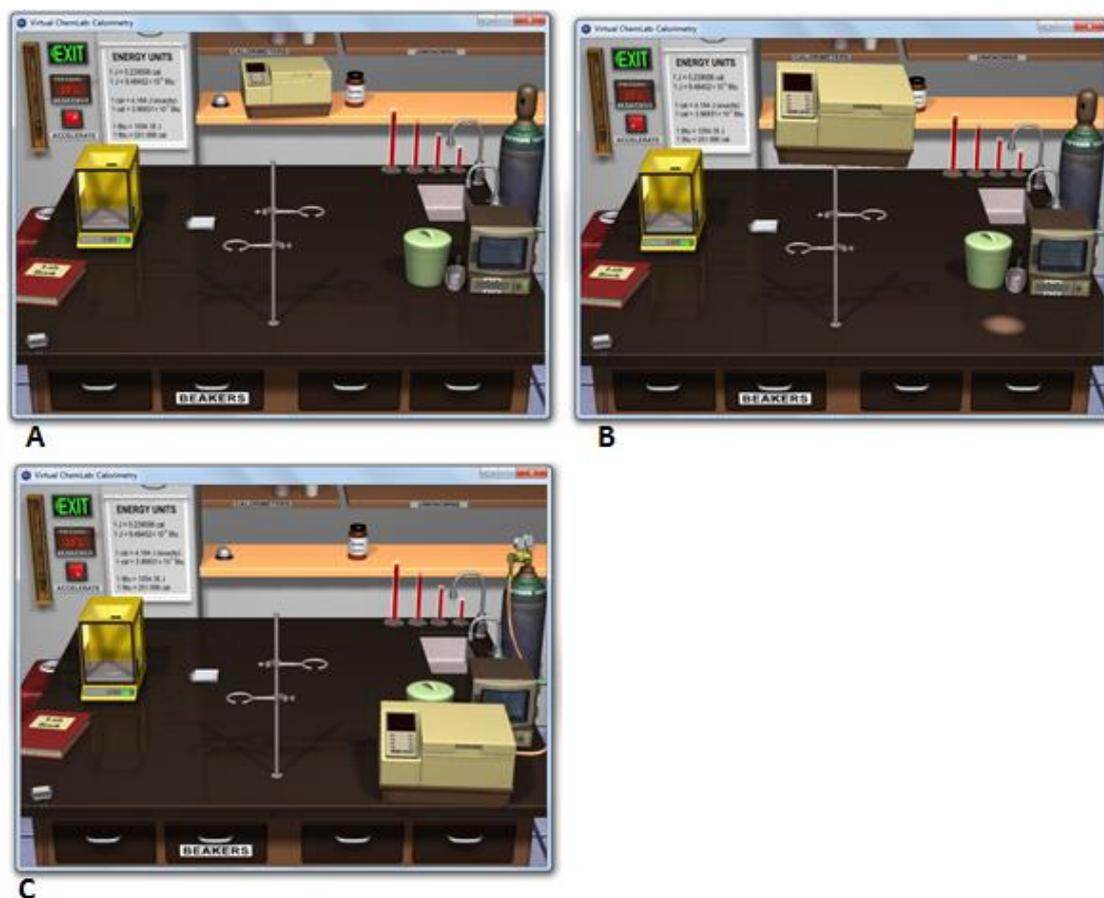


FIGURA 10.2 - A- Laboratório com calorímetro na bancada do almoxarifado; B- Calorímetro sendo deslocado para o local indicado; C- Calorímetro no local que foi indicado para ser colocado.

2.1.1. Características pedagógicas e técnicas

A seguir, as características pedagógicas e técnicas do “Virtual ChemLab” serão apresentadas.

As descrições desses atributos pedagógicas e técnicos foram baseadas em trabalhos sobre avaliação de *software* educativo (GLADCHEFF et al, 2002) (VIEIRA, 2011), sendo um desses trabalhos sobre *software* de laboratório virtual. Ressalta-se que a avaliação de *software* educativo requer um olhar não somente para as características técnicas, mas também para as características didático-pedagógicas.

As características técnicas incluem a funcionalidade, usabilidade, confiabilidade, portabilidade, instalação, apresentação visual, ferramentas de

ajuda e controle de comando, idioma, entre outras (ISO/IEC 9126-1 citado por GLADCHEFF et al, 2002)

Quanto à funcionalidade, o “Virtual ChemLab” apresenta diversas funções que se assemelham às funções de um laboratório real. Algumas dessas aplicabilidades englobam inserção com colher (sólido) ou pipeta (líquido) do reagente em um recipiente (ou no papel de pesagem), a pesagem de reagentes na balança, ligar e desligar equipamentos como o calorímetro, pHmetro, medidor de condutividade, agitador entre outros, o manuseio em botões de controle do equipamento, a abertura e o fechamento da torneira da bureta, a colocação de substância na bureta, béquer ou proveta, entre outras funções.

A usabilidade é uma característica que evidencia a facilidade de utilização do *software*, estando associada a cinco atributos: facilidade de aprendizado, eficiência de uso, frequência de ocorrência e seriedade dos erros, satisfação subjetiva e, finalmente, quando se aprende a usar o *software*, observa-se a facilidade de retorno (NIELSEN citado por GRADCHEFF et al, 2002).

No que tange a facilidade de aprendizado do “Virtual ChemLab”, esse não é um *software* muito simples de se utilizar, uma vez que ele apresenta muitas funções e opções. Além disso, um determinado experimento pode ser realizado em uma sequência, o que fundamenta a importância do usuário estar ciente a respeito da sequência de procedimentos desse experimento. Porém, como já mencionado, uma facilidade é que o *software* indica onde devem ser colocados os reagentes e os equipamentos por meio de uma marcação (Figura 10.2).

É imprescindível que as primeiras experiências do usuário com o “Virtual ChemLab” sejam realizadas com o auxílio de uma pessoa que já conhece o *software*. O sujeito conhecedor prévio do “Virtual ChemLab” colaborará com a correta utilização do *software* e, assim, o novo usuário poderá ter um bom aproveitamento.

O usuário pode também utilizar o “Manual de Experimento” (impresso ou disponível no *site* <http://www.labsvirtuais.com.br/quimica.asp>),

disponível em língua portuguesa, o que, facilita o manuseio do programa. Muitos professores procuram um guia com roteiros para planejar melhor suas aulas, o que acentua a chance do professor utilizar o *software* como recurso. A ausência de roteiros pode deixar os usuários inseguros e, muitas vezes, eles até podem deixar de manusear o *software* por falta de informação presente nesse suporte. O manual colabora para a obtenção de informações sobre cada laboratório específico, além de apresentar algumas ferramentas presente no *software* (almoxarifado, *lab book*, *workbook*, entrada e saídas do laboratórios, entre outros). Ainda, disponibiliza-se no manual uma série de roteiros para realizar experimentos.

Outro recurso para aprender a utilizar o laboratório virtual é por meio de vídeo de demonstração ou tutorial. As videoaulas produzidas pela pesquisadora explicam como realizar o experimento de combustão e o de titulação no laboratório virtual.

Após realizar algumas práticas, a utilização do *software* ficará mais fácil, pois o usuário se tornará mais familiarizado e, conseqüentemente, exercerá maior domínio sobre esse recurso. À medida que as dificuldades forem regredindo, o avanço no laboratório será mais expressivo, o que habilitará o usuário a realizar experimentos sem roteiros. Nesse sentido, o usuário poderá testar suas hipóteses e criar experimentos. Quando o aluno tem domínio do *software*, o professor pode ser um orientador, apoiando os alunos na construção de seu próprio conhecimento. Caso o usuário não tenha familiaridade com laboratório químico real, ele sentirá mais dificuldades do que aqueles que já estão mais acostumados.

O “Virtual ChemLab”, como já citado, é um *software* com várias funções. Nos casos em que o usuário fica determinado período sem utilizar o programa, algumas funções ou atitudes diante de uma etapa podem ser esquecidas. Reconhece-se, contudo, que aquele usuário que ficou um tempo sem utilizar o *software* e é mais familiarizado com o laboratório real tende a sentir pouca ou nenhuma dificuldade ao voltar a utilizar o programa.

Sobre erros ou problemas técnicos, foram observados dois erros ao longo do uso contínuo do “Virtual ChemLab”. Uma das falhas é com relação à utilização da pipeta durante o experimento de combustão no Laboratório de Calorimetria. Após algumas tentativas em utilizá-la, ela funciona, porém, essa falha não é contínua. Outro erro assíduo é na realização do teste de chama no Laboratório de Inorgânica. Ao clicar no ícone para fazer o teste de chama, surge uma mensagem de erro, não sendo possível visualizar a imagem do teste. Para solucionar o problema, pode ser instalado um outro programa que auxilie na exibição da imagem do teste de chama. O último critério concernente à usabilidade é a satisfação subjetiva, característica pessoal do usuário.

Outra característica técnica é a confiabilidade do *software*, que se refere ao desempenho do “Virtual ChemLab” em se manter ao longo do tempo. Após certo tempo da instalação do programa, ele continua com o mesmo desempenho de quando foi instalado.

A portabilidade é uma característica positiva do “Virtual ChemLab”, uma vez que sua instalação requer apenas um computador com pouco recurso (*hardware* simples) e da compra do *software* fornecido pela editora “Pearson Education do Brasil”. A instalação do laboratório virtual só é realizada uma vez, dispensando a necessidade de outro programa e exigindo apenas a conexão com a Internet. As instituições de ensino não precisam ter altos investimentos permanentes, pois elas terão apenas os gastos iniciais com a compra do *software* e do computador. Salienta-se que essa ferramenta pode ser utilizada por qualquer disciplina e, no decorrer do tempo, só demandará investimentos financeiros com sua manutenção.

Outra vantagem é que o “Virtual ChemLab” pode ser acessado de qualquer computador no qual o *software* já esteja instalado. Nessas circunstâncias isenta-se a conexão com a Internet, anulando-se a necessidade de instalação, manutenção e atualização para cada acesso. Assim sendo, o usuário se exime de instalar várias vezes o programa e também da preocupação de atualizá-lo.

A apresentação visual é outra característica positiva do “Virtual ChemLab”. O *design* dos laboratórios e dos equipamentos pode atrair a atenção dos usuários, pois são desenhos coloridos, parecidos com o real e em três dimensões. Além disso, o *software* apresenta gráficos e/ou janelas com os visores de equipamentos, durante a execução do experimento, para que o usuário o acompanhe melhor o experimento.

Um *software* deve conter ferramentas de ajuda como, hipertextos, *hiperlinks* do programa contendo textos tutoriais ou que remetem a um endereço de Internet com instruções. Na parte superior da tela de cada laboratório específico há uma alça. Ao clicar sobre essa alça, a tela de um monitor é aberta, informações sobre os recursos disponíveis naquele laboratório são apresentadas. É possível obter explicações detalhadas dos instrumentos da bancada, sobre os gráficos gerados, conteúdos e fórmulas de química envolvidos nos experimentos. Há também informações de como utilizar o *lab book* (por exemplo, salvar os dados e abrir os dados salvos). As informações estão disponíveis em *links*, facilitando que o usuário acesse a informação que precisa ou que tenha interesse. Contudo, é importante destacar que todas as informações, palavras ou frases do “Virtual ChemLab” se apresentam em inglês.

Os rótulos dos reagentes apresentam o nome da substância em inglês e a sua fórmula química. Somente o manual de experimento (impresso ou disponível na internet) apresenta tradução para o português. O usuário que apresenta dificuldade com o idioma inglês pode se sentir desmotivado, entretanto, enxerga-se nesse obstáculo uma fonte motivacional para aquisição de vocabulário em língua inglesa. Essa aquisição, por sua vez, coopera para a construção de conhecimento do idioma mais aprendido e falado no mundo. É importante mencionar que muitos professores de química ou ciências também não dominam o idioma inglês, e devido a isso podem deixar de utilizar o programa.

A ferramenta de ajuda é uma característica técnica que está relacionada com características pedagógicas, como a clareza e facilidade de

acesso à informação. Concernente aos dados informativos apresentados pelo *software*, eles não aparecem direto na tela. Por exemplo, não há frases indicadoras de como o usuário deve seguir com seu experimento ou recomendações sobre a próxima etapa. Contudo, as informações sobre o *software* são fáceis de serem acessadas, por meio do monitor informativo em cada laboratório específico.

Não há nenhuma janela que apresenta um roteiro de experimento no *software*, mas o usuário pode seguir um roteiro presente no “Manual de Experimento”. Ao término de cada roteiro, há a apresentação de conceitos e fórmulas matemáticas para o aluno realizar os cálculos. Além do “Manual de Experimento” com roteiros para os alunos, existe também o “Manual de Experimento” para o professor, que contém respostas das questões propostas.

Outros aspectos pedagógicos do *software* incluem a promoção da criatividade e da motivação, interatividade, adequação à faixa etária, tipos de exercícios sobre o conteúdo, possibilidade de utilização em grupo ou individual, caracterização de público-alvo e dados referentes à documentação (ficha técnica, manual do professor) (GOMES et al, 2002 citado por VIEIRA, 2011) (GLADCHEFF et al, 2002)

Uma das características dos *softwares* educativos é o aspecto lúdico, tal qual se enxerga no “Virtual ChemLab” no formato de jogos virtuais. O benefício dessa característica é que a maioria dos alunos se identifica com programas e recursos tecnológicos (DALLACOSTA et al, 1998) e, ainda, por experimentos dessa forma apresentados nas atividades do laboratório virtual. A atenção dos alunos pode ser atraída em função dessa característica e, por conseguinte, eles tendem a ser motivados a realizarem as atividades propostas utilizando o *software*.

A interatividade, presente no “Virtual ChemLab”, avalia o grau de participação do utilizador, pois o usuário interage com o experimento virtualmente. A interação entre o usuário e o “Virtual ChemLab” é do tipo reativa, uma vez que uma ação do usuário acarreta no fornecimento de uma reação do

software. Salienta-se, porém, que essa é uma reação que já foi preestabelecida pelo programa ou determinada pelo programa. Não é possível, portanto, que o usuário trilhe caminhos distintos daqueles que o *software* oferece. Dessa forma, não é possível que o usuário faça uma descoberta científica ao realizar um experimento no laboratório virtual (PRIMO, 1998).

A interação do aluno com o *software* é importante no processo de aprendizagem, já que promove a exploração do conteúdo e capacita o aluno testar suas hipóteses. A atuação do aluno sobre o experimento é primordial para que se tenha um aprendiz mais interessado pela experimentação. Ao controlar e observar o experimento, o conhecimento pode ser adquirido muito mais rapidamente do que em situações de experimentação de caráter exclusivamente observatório, além de que o aluno pode construir seu conhecimento nessa circunstância educativa (GIORDAN, 2008) (FORTE et al, 2008).

Quanto ao tipo de linguagem química ou representação química (macroscópica, microscópica e simbólica), apresenta-se a linguagem macroscópica (virtual) e a linguagem simbólica. A experimentação trabalha com o concreto, o que caracteriza o nível macroscópico. A linguagem representacional está presente nas fórmulas químicas dos reagentes, símbolos de elementos químicos e nos gráficos. Em consonância com os apontamentos já retratados, os estudantes apresentam dificuldades de transitar entre os níveis de representação química. A transição entre o macroscópico e o representacional pode ser trabalhada ao utilizar o “Virtual ChemLab” em conjunto com o auxílio do professor, é importante destacar que mesmo com a utilização do programa o professor deve exercer seu papel de orientador (JOHNSTONE, 1993).

Os experimentos presentes no “Virtual ChemLab” abrangem a maioria dos conceitos ensinados no currículo de química geral (condutividade elétrica, reação de precipitação, combustão, entre outros). O “Virtual ChemLab” é bastante flexível, pois possibilita abordar diferentes conteúdos curriculares (química quântica, química analítica, termoquímica, cinética química dos gases).

O laboratório virtual pode ser utilizado por alunos do Ensino Médio, Ensino Superior e dos anos finais do Ensino Fundamental. O que determina o público é o tipo de experimento e conteúdo trabalhado. Cabe ao professor selecionar o experimento em conformidade com o assunto que se está trabalhando. Por exemplo, experimentos mais complexos, como titulação ácido-base, podem ser úteis no Ensino Médio e Superior. Experimentos mais simples, como teste de chama, podem ser trabalhados no Ensino Fundamental. Os experimentos também podem envolver resolução de problema, razão pela qual o professor pode incentivar e auxiliar alunos na investigação.

Os laboratórios virtuais como o “Virtual ChemLab” podem auxiliar os alunos da Educação à Distância (EaD), permitindo-os realizar experimentos no ambiente virtual. Um dos problemas é que os alunos não adquirem habilidades manuais com as vidrarias e outros materiais de laboratório e, muitas vezes, não é possível visualizar um fenômeno de forma clara. Diante de tais circunstâncias, as instituições podem ofertar cursos semi-presenciais, com o oferecimento de aulas práticas presenciais, e virtuais para que os alunos não se prejudiquem.

Os materiais didáticos de curso à distância incluem simulações e animações que apresentam a imagem e som, ilustram o conteúdo, além de proporcionarem a visualização de experimentos e de representações da realidade. O “Virtual ChemLab” pode ser um material didático de EaD por proporcionar a simulação de um experimento que o aluno deseja realizar ou requerido pelo professor. Além disso, o laboratório virtual é uma ferramenta que envolve o aluno, característica fundamental de um material didático de EaD, já que a relação do aluno com os materiais didáticos é maior do que com o relacionamento estabelecido com o professor.

O “Virtual ChemLab” é uma possível ferramenta que pode ser utilizada pelo professor para preparar os alunos antes da realização de experimentos reais. Nesse caso, o professor explica sobre a organização, a preparação e os procedimentos do experimento, ao manusear laboratório virtual.

Essas explicações colaboram para que alunos a entendam melhor o experimento que será realizado no laboratório real e executado por eles.

O “Virtual ChemLab” é uma possibilidade na ausência de um laboratório real, dado que há diversos tipos de laboratórios (são cinco laboratórios diferentes) com vários experimentos bem elaborados e, similares com os reais.

No laboratório virtual as atividades podem ser realizadas individualmente ou em grupo. Quando são realizadas em grupo, há maior desenvolvimento das habilidades de colaboração, comunicação e argumentação, o que favorece a construção de significados em conjunto pelos alunos (FORTE et al, 2008) (VALENTE, 1998)

O “Virtual ChemLab” não apresenta nenhuma janela com exercícios de fixação ou com exercícios para avaliar a aprendizagem. Entretanto, encontram-se questões sobre o experimento realizado no “Manual de Experimentos” após apresentação do roteiro.

Os próximos parágrafos se destinam à algumas reflexões sobre os laboratórios virtuais.

Uma das vantagens do “Virtual ChemLab” é a redução do tempo dos experimentos de longa duração, que ocorre ao clicar em um relógio presente no laboratório virtual. No presente trabalho, esse recurso foi utilizado nos experimentos de combustão, apresentados nas videoaulas, e durante um experimento realizado na aula com recursos multimídias. É essencial reduzir o tempo de um experimento de longa duração que está presente em uma videoaula ou vídeo, pois as pessoas podem ter mais interesse por vídeos curtos e que contenham as informações procuradas. No contexto da sala de aula, por sua vez, é importante reduzir o tempo de um experimento de longa duração devido ao tempo limitado da aula.

Outra vantagem do laboratório virtual é a possibilidade de execução de experimentos perigosos, que dificilmente seriam realizados nas aulas tanto do Ensino Médio quanto da educação superior. Esses experimentos não devem ser

realizados automaticamente por um sujeito em um laboratório real, além de que o laboratório deve estar bem organizado. Na bancada, não podem ser encontrados reagentes que não serão utilizados, o que reduz o índice de ocorrência de acidentes. Independentemente de o experimento ser classificado como perigoso ou não é necessário seguir as normas de segurança e utilizar as proteções como luvas, óculos e avental. Salienta-se, entretanto, que o “Virtual ChemLab” não apresenta recursos para utilização dessas proteções. Como não há bonecos ou outra representação de ser humano no “Virtual ChemLab”, as proteções podem ser ignoradas, razão pela qual, é fundamental que o professor alerte os alunos usuários desse *software* sobre o uso das proteções em um laboratório real, bem como a respeito dos cuidados e medidas a serem tomados durante a execução de um experimento.

Os experimentos perigosos realizados no “Virtual ChemLab” podem atrair muito a atenção dos alunos. Essa afirmativa é justificada em função das palestras ministradas aos alunos do curso de licenciatura em química (serão descrita no item 2.2). Em tais preleções, a explosão do calorímetro ao adicionar água seguido do acréscimo de um metal alcalino (lítio, sódio, potássio) foi demonstrada. Esse tipo de experimento pode ser demonstrado pelo professor durante uma aula no laboratório virtual, seguido do questionamento aos alunos sobre quais possíveis motivos da explosão. Sugere-se, ainda, incentivá-los a pesquisar o que fazer para não ocorrer uma explosão.

Outra característica do laboratório virtual relaciona-se aos problemas ambientais, que estão em foco na atualidade. Além disso, os problemas ambientais são muito discutidos por especialistas e estão inseridos na educação. Uma das questões ambientais relacionada com a experimentação em química é “o que fazer com resíduos (principalmente tóxicos) produzidos no experimento?” Resíduos não são produzidos ao utilizar o “Virtual ChemLab”, motivo pelo qual o experimento pode ser realizado inúmeras vezes que danos ambientais não serão causados. Muitas escolas ou instituições de ensino não têm como descartar os

resíduos, razão que explica o descarte inadequado dos resíduos. Em muitos casos, os resíduos são lançados nos esgotos sem os devidos tratamentos, prejudicando todo o ambiente. Em outros casos, os resíduos são tratados (química verde) e posteriormente lançados no ambiente. Assim sendo, é primordial que o professor oriente os alunos usuários do laboratório virtual o que deve ser feito com os resíduos (tóxicos) produzidos no experimento. O professor também pode questionar os alunos sobre onde e como descartar os resíduos.

Uma das grandes vantagens do laboratório virtual é reduzir custo do experimento, pois não há gastos com reagentes, equipamentos, vidrarias e outros materiais. Além disso, o professor não precisa se preocupar em como conseguir todos os reagentes e materiais necessários todas as vezes em que for realizar um experimento. Em um laboratório físico, materiais e reagentes especiais para cada experimento se fazem necessários, o que gera um custo, muitas vezes, inviável para as instituições de ensino. Em algumas instituições ou escolas, há ainda o investimento financeiro com um técnico em química.

O ambiente escolar que utilizar o *software* “Virtual ChemLab” terá o gasto inicial da aquisição do *software* e com os computadores. Com o decorrer do tempo, tem-se o gasto com a manutenção dos computadores, além da despesa com o técnico em informática. Evidencia-se que o ambiente com computadores pode ser utilizado por diversas disciplinas, enquanto um laboratório de química é mais utilizado por disciplinas da área de ciências como física e biologia.

A produção de resíduo, o custo do experimento e o risco de acidentes estão relacionados com o aprender por tentativa e erro. Nesse sentido, tem-se a vantagem de testar experimentos sem produzir resíduos no laboratório virtual, sem gastos com reagentes e sem os riscos de acidentes. O estudante pode fazer experimentos livremente, testar suas hipóteses, analisar seus resultados e verificar o que está correto, o que favorece que o aluno trabalhe no seu próprio ritmo e seja autor do seu próprio conhecimento. O *software* pode ser instalado no computador

peçoal do estudante, o que permite executar experimentos em qualquer lugar e no seu próprio ritmo de estudo.

Ao visualizar um experimento, é importante que o aluno observe as mudanças que caracterizam uma transformação química no decorrer do experimento, como a mudança de cor, a mudança de temperatura, a formação de sólido (precipitado) ou a formação de gás. Outra mudança que caracteriza a transformação química é a mudança de odor, mas ela não pode ser identificada em um laboratório virtual, pois não há a simulação de cheiros.

Em conformidade com apontamentos apresentados no capítulo um, os autores ARRUDA e LABURÚ (2009) afirmam que muitos professores dizem não realizar experimentos por não disporem de tempo para preparar as aulas específicas de laboratório, devido ao seu número excessivo de aulas assumido. VIEIRA (2011) relata que as turmas que têm grande número de alunos, dificultam o trabalho independente do professor orientar uma atividade no laboratório. As aulas práticas exigem a preparação de roteiros, organização da bancada do laboratório com os materiais e os reagentes que serão utilizados, além da necessidade de reorganização do laboratório após a experimentação. Outro fator que dificulta a experimentação é a falta de formação do professor em cursos de formação continuada nesta área.

Durante a realização de experimentos de química no laboratório real, podem ocorrer erros experimentais como, por exemplo, em função da limpeza de vidrarias, da umidade do ar, da desatenção dos usuários entre outros. No laboratório virtual, não há erros comumente encontrados na experimentação real (SILVA e BARRETO, 2011). Salienta-se, porém, que os valores obtidos no experimento realizado no “Virtual ChemLab” possibilitam o cálculo do erro do instrumento (balança, termômetro entre outros) utilizando as fórmulas matemáticas de erro, assim como nos laboratórios reais. Além disso, o “Virtual ChemLab” gera valores reais que não são exatamente iguais, ou seja, quando um mesmo experimento é realizado várias vezes, o programa fornece valores

próximos, mas não iguais. Assim, o professor se isenta de preocupações com as cópias dos resultados dos alunos.

Uma das principais desvantagens do “Virtual ChemLab” e outros laboratórios virtuais é que eles não permitem o desenvolvimento de habilidades manuais com as ferramentas. Por exemplo, acender um bico de Bunsen, manusear uma pipeta, manusear uma bureta são práticas inviáveis no contexto laboratorial do “Virtual ChemLab”. Essas habilidades são adquiridas somente dentro de um laboratório real, onde o manuseamento de materiais é constante.

O laboratório de química “Virtual ChemLab” não substitui o laboratório real, pois é uma possibilidade adicional para o professor e para os alunos. Essa possibilidade favorece a experimentação no ensino e pode vir a contribuir para um ensino de química de mais qualidade.

2.2 - Videoaulas de Química

Neste subcapítulo, primeiramente, apresenta-se uma descrição sobre o vídeo e os tipos de vídeos. Em seguida, relata-se sobre a elaboração e a divulgação dos vídeos.

O vídeo é um recurso muito utilizado na atualidade e que pode ser utilizadas ferramentas cada vez mais modernas para sua produção. É uma tecnologia de fácil acesso, sobretudo após o surgimento da Internet (MORAN, 2003).

Os vídeos produzidos nesse trabalho são do tipo videolição ou videoaula. FERRÉS (1996) classifica que esse tipo de vídeo é uma aula apresentada na forma de um vídeo. Por meio da videoaula consegue-se transmitir os conteúdos de forma organizada, sequencial e clara, além de ser possível inserir outras mídias, como suporte nos vídeos. Quando uma mídia é acrescida em um vídeo, tem-se o denominado “Vídeo como integração/suporte” (MORAN, 2003) ou “Vídeo Interativo” (FERRÉS, 1996). Nas videoaulas produzidas neste trabalho, foram inseridos computador, laboratório virtual “Virtual Chem Lab” e

simulação de moléculas como suporte. Outra definição de tipo de vídeo que se enquadra nos vídeos produzidos é a de “Vídeo como simulação”. MORAN (2003) indica que esse tipo vídeo mostra experimentos científicos ou apresenta modelos da realidade, como representação das moléculas.

Ao assistir as videoaulas produzidas nesse trabalho, o espectador pode aprender um conceito ouvindo e visualizando um experimento (virtual) ou as moléculas na reação. A videoaula é adequada para o ensino individual, pois o aluno pode parar ou rever (retroceder) a parte do vídeo que não entendeu ou avançá-lo de acordo com seu ritmo de estudo. Ressalta-se que as videoaulas também podem ser utilizadas em grupo de estudo.

As videoaulas e demais materiais didáticos audiovisuais (vídeo, videoconferência, entre outros) proporcionam a visualização e a audição, motivos pelos quais esses materiais são muito utilizados e importantes em cursos à distância. Videoaulas aproximam o ambiente educacional das relações cotidianas, favorecem o compartilhamento de experiência, estimulam o aluno a vivenciar relação, ilustram os conteúdos trabalhados, além de permitirem a visualização de representação de realidades não-observáveis, como as moléculas. Porém, deve haver um bom planejamento pedagógico para inserir o vídeo no ensino à distância e também na modalidade presencial, o que salienta a função do professor como facilitador do conhecimento (MORAN, 2003).

A elaboração dos vídeos envolveu várias etapas. Primeiro, foram escolhidos os temas abordados nos vídeos: termoquímica, reações de química orgânica e química analítica.

Termoquímica é o tema que está presente na maior parte do conjunto de videoaulas produzido. A termoquímica tem grande importância na química geral e no cotidiano, pois estuda trocas de energia na forma de calor, presentes nas transformações químicas e físicas. Uma das principais transformações químicas presente no dia-a-dia e que ocorre liberação de energia é a combustão, que será abordada em várias videoaulas.

Os vídeos de termoquímica produzidos foram: “Reações Endotérmicas e Reações Exotérmicas”; “Conhecendo o calorímetro”; “Calor de Combustão do Metanol, Etanol e Sacarose”; e “Calorias dos Carboidratos e Lipídeos (gordura)”. Nesses vídeos, foram inseridos experimentos realizados no Laboratório de Calorimetria do “Virtual ChemLab”, que contém três tipos de calorímetros sendo um deles a bomba calorimétrica, que é um equipamento caro e difícil de ser encontrado nas instituições de ensino.

O tema reações de química orgânica foi escolhido por ser um tema fundamental na área química orgânica. Na natureza, há milhares de substâncias orgânicas que participam das reações químicas. Nas videoaulas produzidas, são apresentadas simulações das moléculas durante as reações orgânicas, incluindo também o gráfico de variação de energia no decorrer da reação, que pode melhorar o entendimento do assunto.

As videoaulas produzidas sobre reações orgânicas foram: “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular – S_N2 ” e “Reação de Eliminação Bimolecular – $E2$ ”. Foram utilizados os *softwares* “MOPAC versão 2012” “MSINDO versão 3.3.02”, “MOLDEN”, “Jmol”, “Sistema Operacional IMAC – Leopard”, para a elaboração das simulações de moléculas. Esses programas são de cálculos de química quântica.

Somente uma videoaula foi produzida dentro do tema química analítica e foi denominada “Titulação Ácido-Base”. As técnicas que permitem identificar qualitativamente e/ou quantitativamente os componentes presentes em uma determinada amostra são estudadas em química analítica. Uma dessas técnicas é a titulação, que envolve o manuseio de várias vidrarias. Foi realizado o experimento no Laboratório de Titulação do “Virtual ChemLab” na videoaula “Titulação Ácido-Base”.

Depois da escolha dos temas, foram produzidos *slides* de acordo com conteúdo teórico de cada videoaula, sendo o “PowerPoint” o recurso utilizado. Conforme exposto, as videoaulas apresentam uma combinação de conteúdo

teórico e ilustrações, essa junção foi proposta com a finalidade de auxiliar na compreensão dos conceitos abstratos. A transição entre os níveis de representação da química (macroscópico, microscópico e simbólico) está presente nas videoaulas, já que, conforme já mencionado, os estudantes apresentam dificuldades em transitar entre os níveis de representação (JOHNSTONES, 1993). São apresentadas as fórmulas das substâncias e equações de reações química nos *slides* das videoaulas, o que possibilita a introdução da representação simbólica. Os experimentos do laboratório virtual também foram abrangidos nas videoaulas, permitindo a exibição da transição entre os níveis macroscópico e simbólico. Já nas videoaulas que foram inseridas as simulações de moléculas (representação microscópica), tem-se a transição entre as representações simbólica e microscópica.

Além do conteúdo, em algumas das videoaulas são apresentadas questões, de caráter investigativo e outras de análise de dados. As videoaulas não incluem sugestão e nem *link* para acessar outros vídeos, *sites* ou materiais digitais do mesmo assunto. Mas o *site* do “YouTube”, onde as videoaulas estão disponibilizadas, apresenta sugestões de outros vídeos.

Após a etapa de elaboração dos *slides* e dos roteiros, os vídeos foram gravados. Foi utilizado o programa “aTubeCatcher”, disponível gratuitamente para *download* na Internet, para fazer as gravações da tela do computador. Além dessas gravações, o programa também grava áudio. Assim, foi possível ter a registro dos *slides* e do laboratório virtual presentes na tela do computador, bem como a gravação do áudio.

Para edição dos vídeos, foi utilizado o programa “Windows Live Movie Maker”, também disponível gratuitamente para *download* na Internet. Essa é uma etapa fundamental, pois é possível diminuir o tempo dos experimentos por meio de corte de partes do vídeo. Nesse sentido, foram eliminadas as falas que errôneas e foram retirados os momentos em que abriam as janelas do *software* “Virtual ChemLab”. Após a edição, os vídeos foram salvos e publicados no *site*

do “YouTube” (www.youtube.com.br) e no *site* do “Laboratório de Química Teórica da UFSCar (LQT-UFSCar)” (<https://labquimicateorica.wordpress.com/>).

O *site* do “YouTube” é popular e nele se encontra a maioria dos vídeos disponíveis na Internet. Além do vídeo propriamente dito, esse *site* permite o acesso a uma série de dados sobre o vídeo. Considerando-se que este trabalho tem o objetivo de divulgação científica por meio de videoaula, serão verificados os seguintes dados: número de acessos, países que mais visualizaram o vídeo, países que registraram a maior duração média da visualização, origem de tráfego, termos utilizados pelos usuários na pesquisa do vídeo e comentários.

O número de acesso mostra a quantidade de visualizações que o vídeo tem desde de que foi postado. Esse é um dos dados mais importante e utilizados tanto pelo fornecedor do vídeo como pelos espectadores, pois mostra simplificadaamente quantos usuários já assistiram ao vídeo. É importante salientar que uma pessoa pode assistir ao vídeo mais de uma vez. Dentro do tópico “visualizações”, presente no *site* do “YouTube”, é possível observar quais os países que mais visualizaram o vídeo e os países com maior duração média da visualização. Assim sendo, é possível detectar quais são os países que o vídeo conseguiu atingir, contudo, é importante colocar que o país com maior número de visualização nem sempre é o país com maior duração média da visualização. Isto posto, é primordial que a verificação dos dois dados seja realizada em conjunto.

O dado de origem de tráfego do “YouTube” mostra *sites* e recursos do “YouTube” por meio dos quais os espectadores podem encontrar o vídeo. Eles podem encontrar o vídeo pelas vias: pesquisa do “YouTube”, vídeo sugerido no “YouTube”, desconhecido – direto (visualizações de referenciadores desconhecidos em *apps* para dispositivos móveis, *website* externo), desconhecido – *player* incorporado (visualizações de vídeos que foram incorporados em outro *site*) entre outros. Esse dado é importante porque permite saber como os usuários acessaram o vídeo. Ainda no dado origem de tráfego, há mais informações, sendo uma delas os termos de pesquisa mais utilizados para encontrar o vídeo dentro do

campo de “Pesquisa do YouTube”. Com isso, o fornecedor do vídeo pode verificar quais os termos ou palavras-chaves mais utilizados na pesquisa do vídeo.

Neste trabalho, os comentários do vídeo também são apresentados. Tais informações são interessantes tanto para os usuários como para o fornecedor do vídeo, uma vez que mostram a opinião dos usuários que assistiram ao vídeo. No “YouTube”, os comentários estão visíveis no *site* e se localizam abaixo do vídeo. Para que um novo comentário seja inserido é necessário que o espectador tenha um cadastro. Tanto o número de visualizações do vídeo quanto os seus comentários são visíveis para o espectador e para o fornecedor do vídeo. Quanto aos dados supraditos e remanescentes, eles são visíveis somente para o fornecedor do vídeo.

O *site* do “LQT-UFSCar” tem caráter acadêmico e pertence ao grupo de pesquisa de Química Teórica da UFSCar – *campus* São Carlos. Para acessar os vídeos no *site*, primeiramente, o espectador deve clicar no *link* “Ensino de Química”, depois, na opção “Dissertação de mestrado” e, por fim, selecionar o título do vídeo que deseja assistir. Cada vídeo está em uma subpágina, que apresenta um formulário, que pode ser preenchido pelo espectador do vídeo. O formulário exhibe três campos: comentário, escolaridade do usuário e a área de atuação. No campo comentário, o usuário pode escrever uma crítica sobre o vídeo e os comentários obtidos nesse *site* serão apresentados posteriormente. Os campos escolaridade e área de atuação foram inseridos no formulário para que se conhecesse o público que assistiu aos vídeos. As respostas do formulário não ficam expostas no *site*, elas são enviadas para um e-mail da pesquisadora.

Palestras, em universidades, foram realizadas para que um público com interesse de acesso às videoaulas fosse alcançado. Essas conferências divulgam este projeto de pesquisa e informaram sobre o uso da tecnologia no ensino de química.

Uma das palestras, em outubro de 2013, foi ministrada para alunos e professores do curso de Licenciatura em Química na Universidade Federal

Fronteira do Sul (UFFS) – Campus Realeza- PR. Nesta palestra, foram apresentados o *software* “Virtual ChemLab”, simulações de reações orgânicas e parte dos vídeos produzidos. Uma reportagem sobre a palestra foi produzida e encontra-se no *site* da universidade, (http://www.uffs.edu.br/index.php?site=realeza&option=com_content&view=article&id=5402:curso-de-quimica-da-uffs-campus-realeza-promove-palestra-sobre-tecnologia-no-ensino&catid=240:noticias&Itemid=846) e está disponível no anexo B.

Outra palestra, em maio de 2014, foi apresentada para alunos do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) – campus Araras-SP. Nela, também foram apresentados o *software* “Virtual ChemLab”, trechos dos vídeos produzidos e o *site* do “LQT-UFSCar” no qual estão os vídeos produzidos estão disponíveis. Nessa ocasião, os alunos foram convidados a assistir os vídeos e, se possível, a preencher o formulário sobre o vídeo assistido. Tal palestra tinha também como objetivo incentivar os alunos com relação ao uso dos recursos multimídias no ensino de química. Nesse sentido, durante a palestra, eles foram convidados a utilizar os recursos multimídias nas aulas de estágio nas escolas, sob orientação da pesquisadora. Uma aluna do curso se interessou em participar do projeto no desenvolvimento das aulas com recursos multimídias, a participação dessa aluna é relatada no próximo item (2.3).

Os vídeos também foram divulgados em um curso de férias em Recife-PE, em julho de 2014, para alunos de graduação de Licenciatura em Química e de pós-graduação em Química. Nesse curso, os participantes também foram convidados a assistir vídeos e preencher o formulário sobre os mesmos no *site* do “LQT-UFSCar”.

2.3 - Aulas de Química com Recursos Multimídias

Este item aborda as aulas de química com recursos multimídias. Em conformidade com relatos supraditos, uma estudante do curso de licenciatura em

química da UFSCar (*campus* Araras) se interessou em utilizar recursos multimídia durante o seu estágio em uma escola. A partir do tema “Combustão”, sugerido pela professora da escola na qual a estudante de química fazia o estágio, foi elaborada a aula denominada “Combustão do etanol e do octano” (aula 1) pela pesquisadora e pela estagiária. Essa aula foi ministrada pela estagiária, com auxílio da pesquisadora.

A aluna do curso de licenciatura em química, ministrou a aula com recursos multimídias e assistiu aos vídeos sugerido pela pesquisadora na palestra. Dados tais passos, ela sugeriu que uma outra aula com recurso multimídias fosse desenvolvida, com embasamento no tema “Polarização”, proposto pela professora da escola. Pesquisadora e estagiária, elaboraram, então, a aula “Polaridade das Moléculas” (aula 2).

As aulas “Combustão do etanol e do octano” e “Polaridade das Moléculas” ocorreram em uma escola pública de nível fundamental e médio durante os meses de outubro e novembro de 2014 no município de Araras (SP). Essa escola está localizada no centro da cidade e seu público é proveniente de diversos bairros urbanos e da área rural. A referida escola apresenta laboratório de ciências e sala de informática com 15 computadores em funcionamento.

2.3.1 - Combustão do Etanol e do Octano

A aula “Combustão do etanol do octano”, com duração de cerca de 100 minutos, foi ministrada para cinco turmas, sendo duas turmas do primeiro ano do Ensino Médio e três turmas do segundo ano. A aula foi desenvolvida na sala de informática da escola, onde os alunos utilizaram o computador para assistir à apresentação de *slides* e o vídeo, acessar o laboratório virtual e responder questões disponíveis no *site* do “LQT-UFSCar”.

Os *slides* com conceitos de reação de combustão e o vídeo demonstrativo sobre um experimento de combustão no laboratório virtual foram transmitidos de um computador servidor para os demais computadores da sala, de

tal forma que todos os alunos pudessem visualizar a apresentação de *slides* e o vídeo. Após a apresentação de *slides*, foi levantada uma questão para que os alunos respondessem: “Entre os combustíveis octano e etanol, qual deles é mais barato, levando em consideração a produção de 1000kJ de energia?”

Para que essa questão fosse respondida, os alunos teriam que realizar os experimentos de combustão do etanol e de combustão do octano no laboratório virtual “Virtual ChemLab”. Os cálculos com os valores obtidos no experimentos possibilitam a obtenção dos valores dos calores de combustão dos combustíveis. Com o intuito de ensinar os alunos a usar o programa para realizar o experimento, o vídeo de demonstração do experimento no laboratório virtual foi transmitido. Para a realização dos experimentos, os alunos foram divididos, de modo que um grupo realizou a combustão do etanol e o outro realizou a combustão do octano. Os alunos de cada grupo se dividiram em grupos menores de dois ou três alunos para realizarem o experimento no computador.

Para auxiliar os alunos a resolverem a questão inicial, foi apresentada uma tabela com os dados de calor de combustão, densidade e preço do combustível. Foram considerados que os combustíveis, etanol e octano, utilizados no experimento eram puros para os valores do calor de combustão e densidade. Referente o preço do combustível, foi considerado o preço comercial nos dias que as aulas foram aplicadas. Os alunos que realizaram a combustão do octano foram orientados a calcular qual o valor gasto em reais para ser gerado 1000kJ de energia utilizando o octano. Os alunos que realizaram a combustão do etanol foram aconselhados a realizarem o mesmo cálculo para o etanol.

Após os alunos realizarem os cálculos, foi comparado o valor em reais para produzir 1000kJ utilizando octano com relação ao valor em reais para produzir a mesma quantidade de energia utilizando etanol. Como última atividade da aula, foi recomendado que os alunos respondessem quatro questões, disponíveis no *site* do “LQT-UFSCar”. O objetivo dessas questões era de identificar qual combustível é o mais barato considerando a produção de energia,

além de verificar qual a opinião dos alunos sobre as contribuições do uso do *software* de laboratório virtual e diagnosticar as principais dificuldades encontrada pelos alunos durante a aula.

As questões propostas foram:

- 1) Entre os dois combustíveis qual deles é mais barato considerando a mesma produção de energia?
- 2) A atividade desenvolvida na sala de informática com a ajuda de um *software* contribuiu para o entendimento dos conceitos?
- 3) Achou a atividade interessante?
- 4) Você sentiu alguma dificuldade na atividade?

As respostas de tais questões foram transcritas em um formulário presente no *site* do “LQT-UFSCar”, e enviadas automaticamente para o e-mail da pesquisadora, não ficando expostas no *site*. Deve-se ressaltar que o questionário não era nominal e os alunos não foram obrigados a responder as questões.

Após as aplicações das aulas a licencianda que ministrou a aula, denominada L1, foi convidada a responder um questionário sobre as atividades desenvolvidas. O mesmo foi proposto para a professora responsável pela turma, denominada de professora P1. Em um dos dias da aplicação, a professora P1 estava ausente, mas havia uma professora substituta responsável pela sala, denominada de professora P2. Foi sugerido que essa professora também respondesse o questionário. O questionário foi enviado para o e-mail pessoal de cada uma delas, porém, não era obrigatório respondê-lo.

O objetivo desse questionário foi o de verificar a opinião das professoras e futura professora sobre as contribuições e dificuldades do uso de computador e *softwares* educacionais no ensino. As questões foram as seguintes:

- 1) Em suas aulas, com que frequência você leva os alunos para a sala de informática da escola? Quando a sala de informática é utilizada, qual(is) o(s) tipo(s) de atividade(s) que são desenvolvidas (vídeo, pesquisa, simulação...)?
- 2) Em suas aulas, com que frequência você utiliza *softwares* educacionais?

- 3) Acredita que sejam importantes atividades com utilização de computadores e *softwares* nas aulas de química? Por quê?
- 4) A atividade desenvolvida “Combustão do etanol e do octano” deixou os alunos mais interessados pelo conteúdo?
- 5) Quais foram as dificuldades encontradas no planejamento e no decorrer da atividade?
- 6) Quais foram as vantagens e desvantagens?
- 7) O que pode ser melhorado na aula?

2.3.2 - Polaridade das Moléculas

A aula “Polaridade das moléculas” de 60 minutos. Foi aplicada para somente uma turma do segundo ano do Ensino Médio, na sala com *data show*. Nessa aula, foram apresentados *slides* sobre eletronegatividade, polaridade, apolaridade, e ligação de moléculas. Para ilustrar o conteúdo, foram apresentadas simulações de moléculas polares e apolares, sendo algumas em 3D.

Após a apresentação dos *slides* e das moléculas, foi sugerido que os alunos respondessem a quatro questões com o objetivo de averiguar se eles conseguiriam diferenciar moléculas polares e apolares, além de verificar qual era a opinião deles sobre as contribuições e as dificuldades do uso das simulações no ensino. Deve-se ressaltar que o questionário não eram nominais e os alunos não foram obrigados a responder as questões, mas aqueles que responderam foram instruídos a entregar a folha de resposta para a estagiária.

As questões eram as seguintes:

- 1) Quais moléculas visualizadas são polares?
- 2) Quais moléculas visualizadas são apolares?
- 3) A visualização das moléculas contribuiu para aprendizagem dos conceitos? Por quê?
- 4) O que achou mais interessante na aula?

Após a aula, foi sugerido que a licencianda L1 e a professora P1 respondessem um questionário constituído de sete questões. Os objetivos eram de verificar se as professoras utilizam recursos visuais e/ou tecnológicos, verificar a opinião das professoras sobre as contribuições e diagnosticar as dificuldades do uso de recursos tecnológicos e da visualização no ensino de química.

É importante destacar que as professoras não foram obrigadas a responder o questionário, mas se o fizessem seria enviado por e-mail. As questões eram as seguintes:

- 1) Nas aulas preparadas, com que frequência utilizou os recursos visuais? E recursos tecnológicos?
- 2) Em sua formação, teve alguma disciplina que utilizou simulações computacionais ou modelos virtuais de moléculas?
- 3) Acredita que sejam importantes atividades com utilização de recursos tecnológicos e de visualização nas aulas de química? Por quê?
- 4) A atividade desenvolvida “Polaridade das Moléculas” deixou os alunos mais interessados pelo conteúdo?
- 5) Quais foram as dificuldades encontradas ao decorrer da atividade?
- 6) Quais foram as vantagens e desvantagens?
- 7) O que pode ser melhorado?

No capítulo seguinte, serão descritos os dados coletados a partir da metodologia apresentada neste capítulo. Também serão realizadas reflexões sobre esses dados baseando na análise de conteúdo apontada por BARDIN (2011).

CAPÍTULO 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos objetivos apresentados na introdução desta pesquisa, o presente capítulo se propõe a apresentar e discutir os resultados obtidos. No item 3.1., serão expostos os resultados referentes às videoaulas, obtidos nos *sites* do “YouTube” e do “Laboratório de Química Teórica da UFSCar (LQT- UFSCar)”. Em 3.2., serão exibidas e discutidas as respostas aos dois questionários respondidos pelos alunos sobre as aulas “Combustão do etanol e do octano” e “Polaridade das Moléculas”. Serão destacadas, nesse item, as contribuições e dificuldades do uso dos recursos multimídias. E, por fim, no 3.3., serão apontadas e discutidas as respostas aos questionários respondidos pela professora e pela licencianda concernentes as duas aulas planejadas e ministradas com recursos multimídias. Há, ainda, uma reflexão acerca do incentivo da licencianda em usar recursos multimídias como possibilidade na prática docente.

3.1 - Videoaulas de Química

As videoaulas foram produzidas com objetivos de divulgação científica e apresentação de nova metodologia. Isto posto, serão apresentados os resultados obtidos no *site* do “YouTube” e no *site* do “LQT-UFSCar” de sete videoaulas produzidas. Os dados de cada vídeo foram coletados a partir da data de publicação do vídeo na Internet até o dia 5 de maio de 2015 e, são expostos em quadros.

Para melhor entendimento os dados serão apresentados em um quadro para cada videoaula com as seguintes informações: nomes do vídeo; *link* de acesso no *site* do “YouTube” e no *site* do LQT-UFSCar; suporte utilizado (computador, laboratório virtual ou simulação de moléculas); quantidade de questões (caso presente); tempo de duração; publicação no *site* do “YouTube”; quantidade de visualização; número de comentários no *site* do “YouTube” e, no *site* do LQT-UFSCar; países com maior número de visualizações; países com

maior duração média da visualização; origem de tráfego; palavras-chaves (utilizadas na pesquisa do “YouTube”) com maior número de visualizações e palavras-chaves com maior duração média da visualização.

No vídeo “Reações Endotérmicas e Exotérmicas”, são apresentadas características das reações endotérmicas e exotérmicas, além de uma demonstração de experimentos no laboratório virtual desses dois tipos de reações. No Quadro 1.3, pode ser observado que esse vídeo não recebeu nenhum comentário nos *sites*. Isso pode ser devido ao fato desse vídeo apresentar menor número de visualização em relação aos demais vídeos que serão mencionados nesse trabalhos.

QUADRO 1.3- Vídeo “Reações Endotérmicas e Exotérmicas”

Nome do vídeo	Reações Endotérmicas e Exotérmicas
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=gJHm0stqqYo
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidia-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/reacoes-endotermicas-e-exotermicas/
Suporte utilizado	Computador e laboratório virtual “Virtual ChemLab”
Quantidade de questões	Não apresenta
Tempo de duração	17 minutos e 44 segundos
Publicação	21 de agosto de 2013
Nº de visualizações no “YouTube”	176
Nº de comentários no “YouTube”	Nenhum
Nº de comentários no “LQT UFSCar”	Nenhum
Países com maior número de visualizações	Brasil (90%) e Portugal (7%)
Países com maior duração média de visualização	Argélia (4 minutos e 14 segundos), Brasil (4 minutos e 14 segundos) e Portugal (3 minutos e 4 segundos).
Origem de Tráfego	Pesquisa do “YouTube” (33%), <i>Site Externo</i> (21%) Desconhecido – player incorporado (18%)
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“reações endotérmicas e exotérmicas”, “filme sobre nitrato de amônio”, “processos exotérmicos e endotérmicos”, e “reações endotérmicas e exotérmicas”
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“processo exotérmico e processo endotérmico”, “processo exotérmico e endotérmico”, “reações exotérmicas” e “reações endotérmicas e exotérmicas”

O vídeo “Conhecendo o Calorímetro” apresenta os conceitos de calorimetria, incluindo explicações sobre o calorímetro. São realizados dois

experimentos no laboratório virtual. Em um deles, é utilizado o calorímetro convencional e, no outro, a bomba calorimétrica. Há também demonstrações dos cálculos da capacidade calorífica do calorímetro com os valores obtidos nos experimentos.

Com relação às palavras utilizadas nas pesquisas do “YouTube”, apresentadas no Quadro 2.3, nota-se que a maioria dos espectadores que pesquisaram sobre “cálculo da determinação da capacidade calorífica do calorímetro” ou “funcionamento do calorímetro” assistiu por mais tempo o vídeo do que os usuários que utilizaram a pesquisa de palavras-chaves mais simples como “calorímetro” e “bomba calorimétrica”.

O comentário feito por um usuário do “YouTube” que dizia “*Muito bom. Me ajudou muito(...)*”, demonstra que ele encontrou no vídeo o conteúdo que procurava. Em um dos comentários obtidos do *site* do “LQT-UFSCar”, feito por um estudante do curso de química, expressa sua opinião sobre a importância das ilustrações no entendimento de conceitos: “*Muito bom o vídeo, as ilustrações ajudam a visualização dos acontecimentos envolvidos. Gostei da velocidade da explicação e dos detalhes na explicação(...)*”. Porém, outro espectador tem outra opinião sobre a explicação presente no vídeo: “*(...) os exemplos e explicações são muito lentos, podendo ser acelerados e incluindo mais exemplos*”. Outro espectador, mestrando em química, achou que mais explicações teóricas antes dos cálculos se faziam necessárias: “*(...) eu senti falta da abordagem conceitual ao invés da aplicação direta das equações (...)*”. Assim sendo, percebe-se que a velocidade da explicação e a quantidade de informação exposta no vídeo são características subjetivas dos usuários, mas que são aspectos importantes nas observações, portanto merecem ser repensados futuramente para melhoria do vídeo, por exemplo, diminuir a quantidade de informação em um vídeo.

QUADRO 2.3- Vídeo “Conhecendo o Calorímetro”

Nome do vídeo	Conhecendo o Calorímetro
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=SMY14-2yrKo
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidia-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/calorimetro/
Suporte utilizado	Laboratório Virtual “Virtual ChemLab”
Quantidade de questões	Não apresenta
Tempo de duração	22 minutos e 16 segundos
Publicação	22 de janeiro de 2014
Nº de visualizações no “YouTube”	837
Nº de comentários no “YouTube”	Dois comentários, sendo um da pesquisadora
Nº de comentários no “LQT UFSCar”	Três comentários
Países com maior número de visualizações	Brasil (85%) e México (6,2%)
Países com maior duração média de visualização	Peru (6 minutos e 1 segundo), Brasil (4 minutos e 12 segundos) e Equador (2 minutos e 50 segundos).
Origem de tráfego	Pesquisa do “YouTube” (53%), Vídeo sugerido pelo “YouTube” (19%) e “Desconhecida –Direta” (9,7%).
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“calorímetro”, “calorímetro”, “bomba calorimétrica” e palavras desconhecidas.
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“calorímetro”, “determinação de capacidade calorífica do calorímetro”, “como funciona o calorímetro”, “determinação da capacidade calorífica do calorímetro”.

No vídeo “Calorias dos Carboidratos e Lipídeos (gordura)”, são apresentados os conceitos de carboidratos e lipídeos e calculados os valores de calorias presentes na sacarose (carboidrato) e na gordura de frango (lipídeo), a partir dos dados obtidos nos experimentos realizados no laboratório virtual. Devido ao tema e também pelo caráter das questões direcionadas principalmente para alunos do Ensino Médio, o vídeo foi indicado e incluído em um *site* de educação do Governo Estadual de São Paulo. Os acessos ao vídeo por meio desse *site* são contabilizados pelo “YouTube” no item “Origem de Tráfego” como “*Site Externo*”. Conforme apresentado no Quadro 3.3, o tipo “*Site Externo*” é o que apresenta maior porcentagem de visualizações.

O comentário presente no “YouTube” *“Muito bom seu vídeo aula (...), ele permite aprofundar conhecimentos sobre as análises de rótulos de*

alimentos e dietas(...), além de ser interdisciplinar com Biologia, Física e Educação Física”, sugere que o vídeo seja utilizado em aulas do Ensino Médio nas aulas de química e de outras disciplinas.

Em geral, os usuários que utilizaram na pesquisa do “YouTube” palavras-chaves mais específicas, como “cálculo de lipídeos”, assistiram por mais tempo o vídeo do aqueles que utilizaram somente a palavra “lipídeo”. Quanto aos usuários que utilizaram palavras direcionadas às calorias dos carboidratos visualizaram por mais tempo o vídeo do que aqueles que pesquisaram por “calcular carboidratos”.

QUADRO 3.3- Vídeo “Calorias dos Carboidratos e Lipídeos”

Nome do vídeo	Calorias dos Carboidratos e Lipídeos
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=W_3KLXyx8xE
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicacateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidias-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/calorias-dos-carboidratos-e-lipideos/
Suporte utilizado	Laboratório Virtual “Virtual ChemLab”
Quantidade de questões	10 questões
Tempo de duração	21 minutos e 44 segundos
Publicação	1 de março de 2014
Nº de visualizações no “YouTube”	405
Nº de comentários no “YouTube”	Dois comentários, sendo um da pesquisadora.
Nº de comentários no “LQT UFSCar”	Nenhum
Países com maior número de visualizações	Brasil (96%) e Portugal (1,4%)
Países com maior duração média de visualização	Brasil (2 minutos e 34 segundo), Equador (1 minuto e 48 segundos) e Japão (1 minuto e 29 segundos)
Origem de tráfego	Site Externo (45%), Pesquisa do “YouTube” (32%), e Desconhecido – direto (12%)
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“palavras desconhecidas” (o <i>site</i> do “YouTube” não especifica quais), “experiência com carboidratos”, “calcular carboidratos” e, “lipídeos” .
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“calcular lipídeos”, “palavras desconhecidas”, “carboidrato caloria” e “vídeo aula sobre bioquímica fórmula geral estrutural de carboidratos e lipídeos”

Outro vídeo produzido na área de termoquímica foi “Calor de Combustão do Etanol, Metanol e Sacarose”. Essa é uma videoaula sobre combustão de combustíveis. No vídeo, são apresentadas características dos

combustíveis etanol, metanol e sacarose, além de conter experimentos de combustão e cálculos das quantidades de energia produzidas pelos combustíveis a partir de valores experimentais. No final do vídeo, há questões, como apresentadas no Quadro 4.3, que podem promover a discussão entre alunos.

Por meio das palavras utilizadas na pesquisa do “YouTube”, Quadro 4.3, pode-se verificar que, em geral, os espectadores que estavam procurando sobre “calor de combustão do etanol” assistiram por mais tempo o vídeo do que aqueles que pesquisaram sobre “combustão do metanol”.

Em um dos comentários, o espectador, mestrando em química, cita a importância do vídeo apresentar novos recursos no ensino de química: “(...) *é importante ter diferentes recursos para aprendizagem em química*”. Ainda sobre as contribuições do vídeo, outro espectador, graduando em química, relata que o vídeo pode ser entendido facilmente por alunos no Ensino Médio: “*O vídeo é bem didático, acredito que alunos de ensino médio entenderiam facilmente também(...)*”. Em um terceiro comentário, o espectador, licenciando em química, reforça a ideia de que o vídeo pode ser utilizado no Ensino Médio, citando que as questões podem incentivar os alunos a responder, pois apresentam dicas. Além disso, ele sugere que legendas para as pessoas deficientes sejam incluídas aos vídeos. Essa é uma sugestão interessante, que pode ser considerada na realização de futuros trabalhos. A seguir, apresenta-se o referido comentário: “*A ideia de ensinar conceitos de química através de vídeos disponibilizados online é boa por atrair a atenção dos alunos para um conteúdo que, de modo geral, não é bem trabalhado em sala de aula, especialmente no Ensino Médio. Quanto ao vídeo, a explicação é clara, mas uma legenda poderia contribuir para a ampliação do público alcançado (atendendo a pessoas com necessidades especiais -- auditivas --, por exemplo). Gostei das questões propostas ao fim do vídeo, e especialmente da ideia de deixar dicas (...) incentivam ao aluno a, de fato, tentar respondê-las*”.

QUADRO 4.3 - Vídeo “Combustão do Etanol, Metanol e Sacarose”

Nome do vídeo	Combustão do Etanol, Metanol e Sacarose
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=8tu_rkvithI
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidia-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/combustao-metanol-etanol-e-sacarose/
Suporte utilizado	Laboratório Virtual “Virtual Chem Lab”
Quantidade de questões	7 questões
Tempo de duração	20 minutos e 32 segundos
Publicação	31 de janeiro
Nº de visualizações no “YouTube”	281
Nº de comentários no “YouTube”	Nenhum
Nº de comentários no “LQT UFSCar”	Três comentários
Países com maior número de visualizações	Brasil (91%) e Portugal (3,7%)
Países com maior duração média de visualização	Peru (7 minutos e 18 segundos), Moçambique (6 minutos e 34 segundos) e Portugal (4 minutos e 12 segundos)
Origem de tráfego	Pesquisa do “YouTube” (37%), Site Externo (23%), e Desconhecido – player incorporado (18%)
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“combustão de metanol”, “combustão de metanol”, “calor de combustão” e “sacarose”
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“calor etanol”, “queima total do etanol”, “sacarose” e “equação de combustão do etanol”.

Outro vídeo produzido foi sobre “Titulação Ácido-Base”, em que é exibida uma titulação no laboratório virtual entre um ácido forte e base forte, além de abordar aspectos sobre química analítica.

As palavras-chaves utilizadas na pesquisa do “YouTube”, que estão no Quadro 5.3, indicam que espectadores que mais se interessaram pelo vídeo foram os que procuraram pela definição de “titulante e titulado” e por “cálculos de titulação”. Tal fato também pôde ser comprovado pelos trechos com maior tempo de visualização, que foram os que relatam sobre os componentes da titulação.

Esse vídeo recebeu somente um comentário, Quadro 5.3, em que o usuário do “YouTube” indica ter encontrado no vídeo explicação e informações necessárias para seu estudo: “*Gostei da explicação, ‘tava’ precisando disso.*”

QUADRO 5.3 - Vídeo “Titulação Ácido-Base”

Nome do vídeo	Titulação Ácido-Base
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=mZ1LgosRWb8
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidia-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/titulacao-acido-base/
Suporte utilizado	Laboratório Virtual “Virtual Chem Lab”
Quantidade de questões	6 questões
Tempo de duração	17 minutos e 1 segundo
Publicação	30 de janeiro
Nº de visualizações no “YouTube”	578
Nº de comentários no “YouTube”	Um comentário
Nº de comentários no LQT UFSCar	Nenhum
Países com maior número de visualizações	Brasil (83%) e Portugal (11%)
Países com maior duração média de visualização	Moçambique (7 minutos e 57 segundos), Chile (7 minutos e 55 segundos) e Brasil (4 minutos e 55 segundos).
Origem de tráfego	Pesquisa do “YouTube” (59%), Vídeo Sugerido (18%) Desconhecido –direto (8,6%).
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“titulação ácido base”, “titulação”, “palavras desconhecidas” e “titulação ácido base”
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“titulação química experimento”, “como fazer cálculos de titulante e titulado em volumetria”, “titulante x titulado”, “titulação ácido base”

Na videoaula “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular (S_N2)”, há conceitos como nucleófilo e eletrófilo, além de reação de substituição e seu mecanismo. No vídeo é apresentada uma simulação da reação S_N2 , de tal modo que há a combinação da representação microscópica e simbólica da química.

Em quatro comentários do *site* “YouTube” e em um comentário do *site* LQT-UFSCar, pode-se notar que o vídeo foi útil para os espectadores, como mostrado em alguns exemplos: “*Muito boa a explicação*”, “*salvou minha vida (...)*” e “*O material é muito bom mesmo me ‘ajudaram’ bastante, muito obrigado!!!*”. Em outro comentário do “YouTube”, o usuário aprova o vídeo e sugere que seja postado mais um vídeo: “*muito boa essa sua aula de substituição nucleofílica bimolecular, seria possível você postar uma aula de substituição*”

nucleofílica unimolecular?”. Outro usuário elogia a aula, porém, faz uma crítica em relação ao áudio, sugerindo para melhorias.

Os períodos com maior número de visualizações foram entre 13/05/2014 e 10/06/2014 com valores próximos a 30 visualizações diárias. Entre 10/11/2014 e 07/12/2014, foi diagnosticada a média próxima a 35 visualizações diárias. Esses períodos correspondem aos finais de semestre (antes das férias do meio e do final do ano), provavelmente períodos de provas, nos quais os alunos buscaram informações na Internet durante seus estudos. Essa hipótese é reforçada pelos comentários já citados. A maioria das visualizações foi atribuída a pessoas entre 18 a 24 anos (56%) e entre 25 a 34 anos (28%) que, em média, são idades de alunos de curso de graduação ou pós-graduação.

O Quadro 6.3 indica que, na pesquisa do “YouTube”, os usuários que utilizaram palavras-chaves mais específicas, como “substituição nucleofílica bimolecular” ou “reação S_N2 ”, se interessaram mais pelo vídeo do que os que procuraram por “substituição nucleofílica”. Pressupõe-se que os usuários que utilizaram “substituição nucleofílica” nas pesquisas estavam procurando por outro tipo de reação de substituição nucleofílica que não era a bimolecular. O vídeo reação S_N2 trata especificamente desse tipo de reação.

QUADRO 6.3 - Vídeo “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular (S_N2)”

Nome do vídeo	Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular (S _N 2)
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=iVxduxYPZsA
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidia-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/reacao-de-substituicao-nucleofilica-bimolecular-sn2/
Suporte utilizado	Laboratório Virtual “Virtual Chem Lab”
Quantidade de questões	Não apresenta
Tempo de duração	10 minutos e 36 segundos
Publicação	22 de janeiro de 2014
Nº de visualizações no “YouTube”	5.335
Nº de comentários no “YouTube”	Seis comentários
Nº de comentários no “LQT UFSCar”	Um comentário
Países com maior número de visualizações	Brasil (94%) e Portugal (3,3%).
Países com maior duração média de visualização	Alemanha (6 minutos e 56 segundos), Angola (5 minutos e 47 segundos) e Turquia (5 minutos e 40 segundos).
Origem de tráfego	Pesquisa do “YouTube” (36%), Vídeo sugerido pelo “YouTube” (31%) e <i>Site</i> externo (19%).
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“substituição nucleofílica”, “substituição nucleofílica”, “reações sn1 e sn2” e “substituição nucleofílica”.
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“substituição nucleofílica bimolecular” , “reação sn2”, “substituição nucleofílica bimolecular”, “substituição nucleofílica bimolecular”.

O vídeo “Reação de Eliminação Bimolecular (E2)” menciona conceitos sobre reação de eliminação e o mecanismo da reação e, para fins ilustrativos da reação, é apresentada uma simulação.

Nota-se, no Quadro 7.3, que os espectadores que pesquisaram sobre “reações de eliminação” se interessaram menos pelo vídeo do que os que utilizaram na pesquisa “reações de eliminação e1” ou “eliminação e1 e e2”, essas últimas são palavras-chaves mais específicas ao assunto do vídeo. Os usuários que pesquisaram por reação de eliminação poderiam estar procurando por qualquer tipo reação de eliminação.

Percebe que nos comentários do “YouTube” os usuários se interessaram pelo vídeo e pelo *software* de moléculas (que provavelmente contribuiu para o entendimento do conceito): “(...) *muito esclarecedor e direto. Você tem de e1 e sn1?*” e “*Aonde posso encontrar esse programa de simulação?*”.

Pelo comentário do *site* do “LQT-UFSCar”, observa-se que o vídeo auxiliou um graduando: “*Vídeo aula muito esclarecedora, me ajudou bastante*”.

O período com maior quantidade de visualizações foi o correspondente entre 23/11/2014 e 14/12/2014, o qual registrou cerca de 35 visualizações diárias. Novamente, destaca-se que se trata um período de final de semestre, época em que acontecem as provas. A maioria das pessoas que visualiza o vídeo tem entre 18 e 24 anos (61%) e entre 25 e 34 anos (25%), o que supostamente indica que esses espectadores são graduandos e pós-graduandos.

QUADRO 7.3- Vídeo “Reação de Eliminação Biomolecular (E2)”

Nome do vídeo	Reação de Eliminação Biomolecular (E2)
Link do “YouTube”	https://www.youtube.com/watch?v=5-bNIXGTFXk
Link do “LQT UFSCar”	http://labquimicacateorica.wordpress.com/ensino-de-quimica-2/dissertacao-metodos-multimidia-no-ensino-de-conceitos-de-quimica/reacao-de-eliminacao-bimolecular-e2/
Suporte utilizado	Simulação de moléculas
Quantidade de questões	Não apresenta
Tempo de duração	10 minutos e 24 segundos
Publicação	22 de janeiro de 2014
Nº de visualizações no “YouTube”	4.173
Nº de comentários no “YouTube”	Três comentários
Nº de comentários no “LQT UFSCar”	Um comentário
Países com maior número de visualizações	Brasil (95%) e Portugal (3,3%)
Países com maior duração média de visualização	Timor-Leste (10 minutos e 23 segundos), Estados Unidos (7 minutos e 58 segundos) e São Tomé e Príncipe (5 minutos e 16 segundos).
Origem de tráfego	Pesquisa do “YouTube” (49%), Vídeo sugerido pelo “YouTube” (23%) e <i>Site</i> Externo (15%).
Palavras-chaves com maior número de visualizações	“reações de eliminação” “reação de eliminação”, “reação de eliminação” e “reações de eliminação e1 e e2”.
Palavras-chaves com maior duração média da visualização	“reações de eliminação e1”, “eliminação e1 e e2”, “eliminação e1 e e2” e “mecanismo eliminação”.

3.1.1 - Reflexão Sobre as Videoaulas de Química

Em todos os vídeos, os países com maior número de visualizações foram o Brasil e Portugal, com exceção do vídeo “Conhecendo o calorímetro”, que foi mais visualizado pelos países Brasil e México. Os países Brasil e Portugal

têm como idioma oficial o português e os vídeos estão nesse idioma. Entretanto, foi observado que os vídeos atingiram um público que não se restringe aos países de língua portuguesa como oficial, eles alcançaram também um público mais abrangente. Países com língua portuguesa como oficial ou países latino-americano são os mais notórios, uma vez que foram os países que assistiram aos vídeos por mais tempo em média.

Todos os vídeos foram inseridos nos *sites* “YouTube” e “LQT-UFSCar”. Nesse último *site*, foram adicionados os *links* dos vídeos do “YouTube”, de tal modo que as visualizações no *site* do “LQT-UFSCar” fossem contabilizadas pelo “YouTube” na opção de acesso “*Site Externo*”. Os vídeos obtiveram maior número de acesso por meio da “Pesquisa YouTube”, com exceção do vídeo “Calorias dos Carboidratos e Lipídeos”, que foi mais visualizado no *site* da educação do Governo Estadual de São Paulo, porém, “Pesquisa YouTube” aparece como segunda opção de acesso desse vídeo. Dessa forma, constata-se que o *site* “YouTube” é um importante meio de divulgação de vídeos. Além da “Pesquisa YouTube”, os vídeos também foram acessados por meio das opções “Vídeo sugerido pelo YouTube” e “*Site Externo*”, sendo que essa última opção inclui *sites* como “Facebook”, “Google Search” entre outros *sites* de pesquisas.

Na maioria dos vídeos apurou-se que o(s) termo(s) ou palavra(s)-chave(s) utilizado(s) na(s) pesquisa(s) que tiveram maior duração média da visualização foram específico(s) com referências aos temas dos vídeos. Já o(s) termo(s) ou palavra(s)-chaves(s) utilizado(s) na(s) pesquisa(s) que tiveram maior número de visualizações é (são) mais geral(is). Por exemplo, o termo “calorímetro” é mais geral do que “determinação de capacidade calorífica do calorímetro”. Esse último é mais específico e o usuário que o utilizou na sua pesquisa assistiu por mais tempo do que aquele que pesquisou por “calorímetro”. Pôde-se constatar que os usuários não assistem ao vídeo até o final na maioria das

visualizações, supõem-se que isso ocorre porque a maioria coloca palavras menos específicas na “Pesquisa do YouTube”.

Conforme mostrado na Figura 11.3, os quatro vídeos com maior número de visualização foram (em ordem decrescente) “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular (S_N2)”, “Reação Eliminação Bimolecular (E2)”, “Conhecendo o Calorímetro” e “Titulação Ácido-Base”. Os conteúdos apresentados nesses vídeos estão mais direcionados ao nível superior do que no nível médio. Em um curso superior de química, por exemplo, nas disciplinas de química orgânica estudam as reações S_N2 e E2, a termoquímica estuda o calorímetro e química analítica se dedica ao estudo da técnica de titulação.

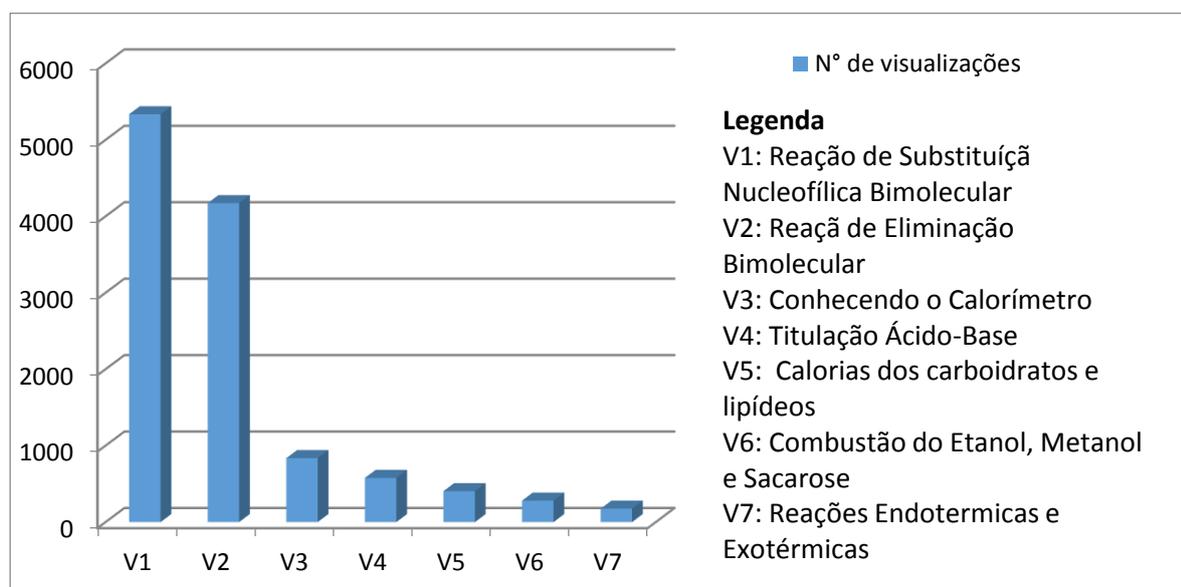


FIGURA 11.3- Gráfico indica os números de visualizações de cada videoaula.

O fato dos vídeos serem assistidos por estudantes de nível superior corresponde a idade do público que assistiu as aulas “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular” e “Reação de Eliminação Bimolecular”, que na maioria, está entre 18 e 24 anos (cerca de 60%) e entre 25 e 34 anos (aproximadamente 25%). Essas faixas etárias indicam um público jovem, com idade média de graduando ou pós-graduando. Esses jovens têm familiaridade com

os recursos audiovisuais e, de acordo MORAN (1994), a linguagem presente nesses recursos (som, imagens, movimento) é mais compreendida pelos jovens do que somente a leitura. Segundo o autor, eles precisam “ver para compreender”.

Foram totalizados 22 comentários dos vídeos, sendo oito no site do “LQT-UFSCar” e 14 no “YouTube”, incluindo três comentários da pesquisadora. Assim, verificou-se que os vídeos são assistidos, mas dificilmente são comentados. Notou-se que a maioria dos espectadores que comentou gostou/aprovou os vídeos. Entre comentários obtidos, observa-se que alguns foram de questionamento, sendo que a principal dúvida levantada foi se mais vídeos seriam disponibilizados. Sugestões também foram colocadas como, por exemplo, inserir legenda, melhorar o áudio e inserir mais vídeos no site do “YouTube”. Em alguns dos comentários dos vídeos “Conhecendo o Calorímetro”, “Titulação Ácido-Base”, “Reação de Substituição Nucleofílica Bimolecular”, “Reação de Eliminação Bimolecular” foi percebido que as videoaulas auxiliaram os espectadores durante o estudo. Os vídeos podem ser uma complementação do que é visto em sala de aula e nos livros, pois apresentam a simulação que não está presente nos livros.

3.2 - Aulas com Recursos Multimídias

Entre os objetivos das aulas com recursos multimídias, “Combustão do etanol e do octano” e “Polaridade das Moléculas”, estão à divulgação de possibilidades novas metodologias e a verificação da opinião dos alunos da educação básica com relação às contribuições e às dificuldades da utilização de novas metodologias com recursos multimídias. Para atingir tais objetivos serão, primeiramente, apresentadas e refletidas as respostas dos questionários respondidos pelos alunos.

3.2.1 - Opiniões dos Alunos em Relação À Aula “Combustão do Etanol e do Octano”

A aula “Combustão do etanol e do octano” foi aplicada para cinco turmas, cujas denominações foram turma A, turma B, turma C, turma D e turma E. As turmas A e B são constituídas de alunos do primeiro ano do Ensino Médio do período da tarde, as demais turmas são formadas de alunos do segundo ano do Ensino Médio do período da manhã. A aplicação da aula “Combustão do etanol e do octano” durou duas aulas do período escolar. As turmas A e B receberam as aplicações em duas aulas seguidas (“aula dupla”) e as turmas C, D e E receberam a aplicação em duas aulas em dias diferentes. Muitos alunos da turma D faltaram na primeira aula e não fizeram a atividade proposta.

No total, 56 alunos responderam ao questionário, sendo sete da turma A, 19 da turma B, 13 da turma C, seis da turma D e 11 da turma E. Os alunos de cada turma receberam uma denominação dada pela pesquisadora e foram enumerados de acordo com a sua turma. Assim sendo, exemplifica-se que A1 é o aluno número 1 da turma A. As questões também receberam denominações, essas foram simbolizadas pela letra Q seguida do número da questão. Nesse sentido, questão Q2, por exemplo, refere-se à questão de número dois da aula “Combustão do etanol e octano”.

Para responder a primeira questão (“Entre os dois combustíveis, qual deles é mais barato considerando a mesma produção de energia?”) era necessário que os alunos fizessem cálculos (regra de três simples) com os valores apresentados pela licencianda. Essa questão foi respondida por 56 alunos, a quantidade de acertos e erros está representada no gráfico da Figura 12.3 Essa questão foi respondida corretamente por 43 alunos (76,8%), que entenderam que o octano é o combustível mais vantajoso com relação ao preço da energia produzida. Entende-se que essas respostas corretas, podem estar relacionadas à simulação apresentada, às discussões após as atividades buscando a compreensão da simulação e a um conjunto de elementos que deram condições para as respostas corretas dos alunos, que serão descritos posteriormente. As turmas B (19 alunos) e C (13 alunos) foram as mais participativas como respondentes e também as que

mais acertaram a primeira questão. Todos os alunos da turma B e 11 alunos da turma C responderam corretamente.

Foram obtidas 13 respostas (23,2%) erradas da primeira questão, nas quais os alunos descrevem que o combustível mais vantajoso em relação ao preço da energia produzida era o etanol ou etanol e octano. Esses erros podem ser interpretados em face à dificuldade com cálculos e à incompreensão das questões ou das atividades. Esses fatores serão discutidos posteriormente.

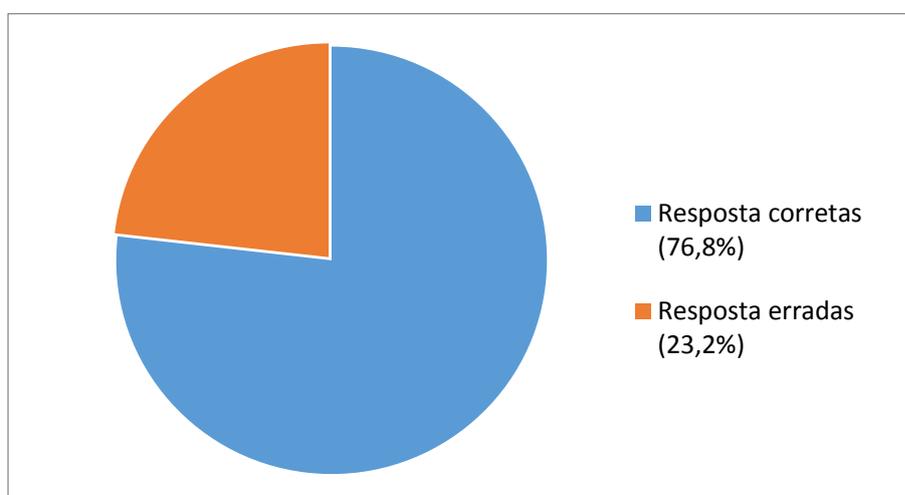


FIGURA 12.3– Gráfico das respostas dos alunos referente à questão Q1.

Quanto à segunda questão (“A atividade desenvolvida na sala de informática com a ajuda de um *software* contribuiu para o entendimento dos conceitos?”), 54 alunos (96,43%) responderam que o *software* contribuiu para o entendimento dos conceitos, somente dois alunos apontaram que o *software* contribuiu “mais ou menos”. A representação das quantidades das respostas é mostrada na Figura 13.3. Dentre as respostas afirmativas, 15 alunos (26,79%) não justificaram a resposta, porém, alguns alunos deram respostas do tipo “*contribuiu muito*” ou “*ajudou muito*” ou “*facilitou bastante*”. À vista disso, infere-se que o *software* contribuiu para a compreensão de conceitos dos alunos.

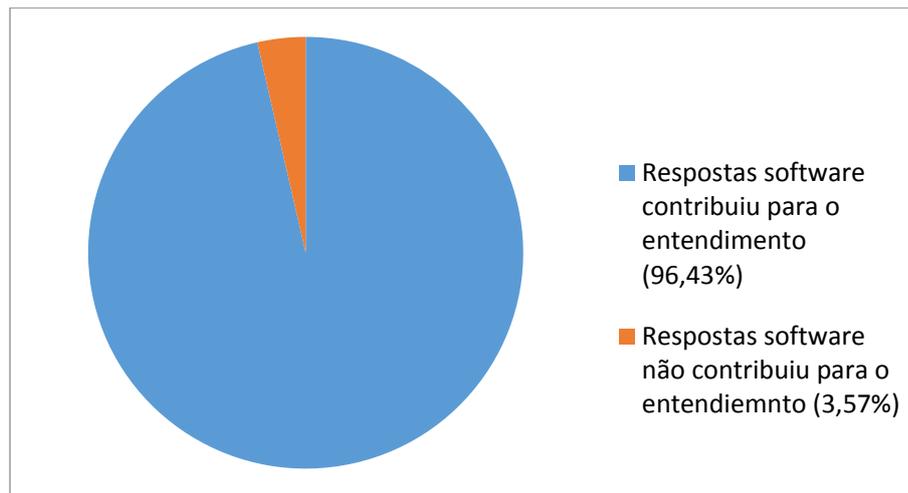


FIGURA 13.3- Gráfico das respostas dos alunos referente à questão Q2.

Foi possível agrupar as respostas afirmativas com justificativa que apresentam ideias semelhantes, tendo como embasamento teórico os estudos de BARDIN (2011) concernentes à análise de conteúdo e categorização. Os agrupamentos, cujas denominações foram elaboradas pela pesquisadora, estão relacionados com as contribuições da aula com os recursos multimídias. Tais agrupamentos foram: “*Software* favoreceu a compreensão da explicação”, “Apropriação de conhecimento”, “Experimentação”, “Promove a motivação” e “Promove a interação”. O Quadro 8.3 apresenta os agrupamentos, acompanhados de exemplos de respostas dos alunos.

QUADRO 8.3- Contribuição da aula com recursos multimídia

Agrupamento	Exemplo(s)
Software favorece a compreensão da explicação	B4: “(...) foi mais fácil aprender com o programa virtual”. C2: “facilita muito o entendimento na hora da explicação”. D1: “(...) pois conseguimos, através do laboratório virtual, visualizar melhor a experiência”. E7: “(...) o <i>software</i> fez com que entendemos melhor o conceito trabalhado ² ”.
Apropriação de conhecimento	B3: “(...) ajudou a entender melhor a química e os cálculos nos laboratórios”. B14: “(...) ajudou a compreender como é o processo de calorificação; como é feito o processo do mesmo; quais as ferramentas e medidas utilizadas”. C13: “(...) ajudou a melhorar o entendimento sobre química na parte de combustão e combustíveis”.
Experimentação	A3: “(...) porque praticamos assim fica mais fácil entender”. C4: “(...) fazendo a experiência fica mais fácil na compreensão dos exercícios”. C9: “(...) pois fazendo na prática fica mais fácil na compreensão dos exercícios”.
Promover interação	a A2: “(...) agente pode fazer junto as atividades e aprender mais fácil”. E11: “consegui interagir com a sala toda”.
Promover motivação	a C12: “(...) porque fez com que a gente desenvolvesse mais interesse”.

Na questão Q3 (“Achou a aula interessante?”), somente dois alunos (3,57%) responderam que não foi interessante ou classificou a aula como pouco interessante e a maioria dos alunos (54 alunos ou 96,43%) afirmou que a aula foi interessante, a Figura 14.3 apresenta o gráfico com as porcentagens das respostas dessa questão. Das respostas afirmativas e negativas, 27 alunos (48,21%) não justificaram sua resposta, entretanto, muitos alunos escreveram “*muito interessante*” ou “*muito bom*” ou “*gostei*”, respostas essas que podem indicar que a aula despertou o interesse dos alunos e foi bem vista por eles.

² As respostas dos alunos aos questionários estão reproduzidas fielmente nesta dissertação, incluindo seus erros ortográficos, desvios sintáticos e inconsistência na pontuação. Nesse sentido, a norma culta da língua portuguesa é desconsiderada em trechos que expõem essas respostas.

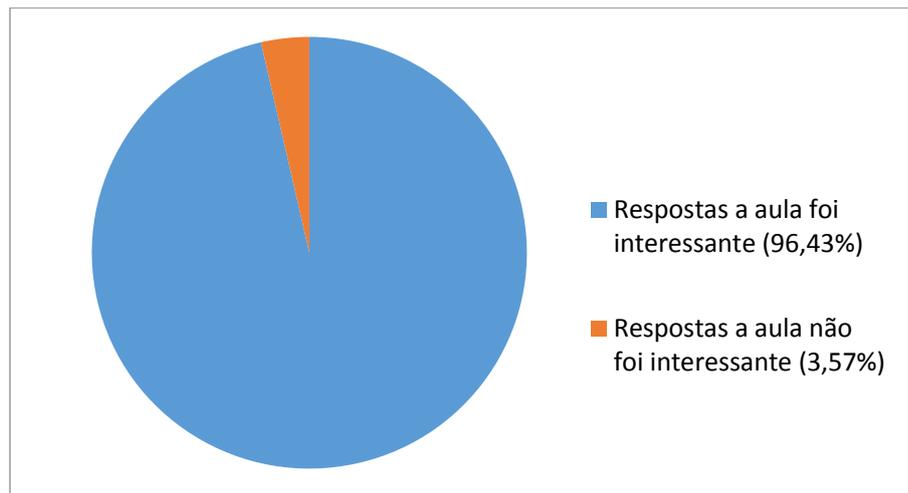


FIGURA 14.3- Gráfico das respostas dos alunos referente à questão Q3.

As respostas afirmativas com justificativas da Q3 foram agrupadas em categorias com ideias semelhantes, ainda em concordância com BARDIN (2011). Tais agrupamentos são: “*Software* favoreceu a compreensão da explicação”, “Apropriação de conhecimento”, “Aula diferenciada”, “Experimentação”, “Promove a interação”, “Relação com o cotidiano”, “Promove a motivação” e “Esclarecimento de dúvidas”. O Quadro 9.3 exibe os agrupamentos acompanhados de exemplos de respostas.

QUADRO 9.3- Contribuição da atividade para o interesse na aula

Agrupamentos	Exemplo(s)
<i>Software</i> favorece a compreensão da explicação	E11: “(...) pois não tínhamos conhecimento total sobre o etanol, mais com a oportunidade de ir ao laboratório e ter aula virtual de química aprimoramos nossos conhecimentos”.
Apropriação de conhecimento	A2: “(...) podemos diferenciar o etanol e a gasolina”. A7: “(...) porque nos ajudou a compreender melhor sobre as substâncias”.
Aula diferenciada	D1: “(...) pois é algo diferente do que estamos acostumados no dia a dia”. D2: “(...) pois foi uma aula diferente”. E7: “Porque nunca havíamos utilizado o laboratório online”
Experimentação	C9: “(...) adoro a prática”.
Promover a interação	A1: “(...) achei muito interessante uma atividade virtual e que nos interagem a querer aprender mais e mais”. E2: “(...) pois foi uma atividade diferenciada com toda a sala”.
Relação com o cotidiano	C1: “porque pode vir a ser útil algum dia (...)” C2: “ensina o aluno a escolher o combustível mais barato”. C3: “podemos ter o controle na economia na hora do abastecimento!”. E4: “(...) a gente ficou sabendo sobre qual combustível está mais em conta na hora de compra”.
Promover a motivação	A3: “(...) porque assim aprendemos com mais facilidade e deixa a aula legal”.
Esclarecimento de dúvidas	B14: “(...) deixou a entender me tirando dúvidas”.

Conforme visto, e indicado no Quadro 10.3, muitos agrupamentos apresentados na Q2 são os mesmos exibidos na Q3. Todos eles serão descritos a seguir.

QUADRO 10.3 – Agrupamentos das questões Q2 e Q3

Agrupamentos presentes na Q2 e Q3	Agrupamentos presente somente na Q3
<i>Software</i> favorece a compreensão da explicação	Relação com o cotidiano
Apropriação de conhecimento	Esclarecimento de dúvidas
Experimentação	
Promover a interação	
Promover a motivação	
Aula diferenciada	

O agrupamento “*Software* favorece a compreensão da explicação”, presente nas respostas das questões Q2 e Q3, recebeu tal denominação pelo fato de suas respostas que indicarem que o *software* contribuiu de alguma forma na

compreensão da explicação do processo de combustão e/ou atividade. Essas respostas podem ser interpretadas à luz da condição do *software* promover a visualização do processo de combustão, como explica o D1 na resposta da questão dois: “(...) pois conseguimos, através do laboratório virtual, visualizar melhor a experiência”. Tais respostas são reforçadas com as opiniões de FERREIRA (1998), SANTOS e colaboradores (2010). O primeiro autor indica que os recursos tecnológicos podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. SANTOS e colaboradores (2010) acreditam que a utilização correta das ferramentas computacionais, como *softwares* educacionais, possibilitará um melhor aprendizado.

Outro agrupamento presente nas respostas das questões Q2 e Q3 é “Apropriação de conhecimento”. Esse agrupamento apresenta as respostas dos alunos que citam ter adquirido algum(ns) conceito(s) apresentado(s) na aula, como combustão. Outros alunos mencionam que conseguiram entender a diferença entre os dois combustíveis ou entre as substâncias, conforme exemplificado no Quadro 9.3. Tais respostas indicam que a aula com recursos multimídias pode favorecer na aquisição de conceito.

“Aula diferenciada” reúne as respostas que apontam que a aula apresentada foi diferenciada no que concerne às ferramentas didáticas utilizadas. Algumas respostas mostram que eles nunca utilizaram o laboratório virtual, em conformidade com os dados apresentados no Quadro 9.3 As respostas dessa categoria mostram a pouca utilização dos recursos tecnológicos, como computador e *softwares* educativos, no ensino. Essa constatação pode se justificar pelo fato de muitos professores não vivenciaram uma educação que tenha usado o computador como ferramenta pedagógica, o que lhes constituiu um desafio à introdução do computador no ambiente escolar (VALENTE, 1999). Outro fator importante que pode justificar a não utilização desses recursos é indisponibilidade de tempo disponível do professor para procurar *softwares* educativos e outros meios tecnológicos para serem inseridos nas aulas.

As respostas das questões Q2 e Q3 abrangem também o agrupamento “Experimentação”. Nele, estão inseridas as respostas que expõem o interesse dos alunos por atividade prática realizada em laboratório real ou virtual. Alguns alunos reforçam esse atrativo ao descreverem em respostas as duas questões sobre aulas práticas como, exemplo o aluno C9, cujas falas estão exibidas nos Quadros 8.3. e 9.3. BUENO e colaboradores indicam que a situação em que as aulas teóricas são complementadas com experimentos favorece que o aluno possa melhor relacionar teoria com a prática. Ademais, essa relação torna os conteúdos mais importantes para o aluno. Segundo VIEIRA (2011), SOUZA e colaboradores (2005), a experimentação nem sempre acontece nas escolas, em função de motivos como falta de laboratório de química ou as condições de uso dos mesmos quando existem. Nesse sentido o uso de laboratórios virtuais ou uso de recursos multimídias podem auxiliar os professores.

“Promover a interação” agrupa as respostas que os alunos afirmaram que foi possível, no momento da atividade, interagir com outros alunos. Dada a condição dos alunos terem realizado as atividades em duplas ou trios, trocas de informações e conhecimentos entre eles podem ter ocorrido. A resposta de A2, por exemplo, reitera essa possibilidade quando ele afirma que “(...) *agente pode fazer junto as atividades e aprender mais fácil*”.

“Relação com o cotidiano” retrata as respostas que citam que o conteúdo da aula pode ser aplicado no dia-a-dia do aluno. Isto posto, para fins ilustrativo, considera-se a questão que inquirir a busca pelo combustível mais vantajoso em relação ao valor da quantidade de energia produzida. Alguns alunos citam que é um “conhecimento útil para seu dia-a-dia”, o que se faz perceptível que foi uma aula significativa para eles. Essas respostas confirmam que a aula realizada foi contextualizada.

Estão presentes as respostas das questões Q2 e Q3 em “Promover a motivação”. Esse agrupamento engloba as respostas que indicam que a aula despertou o interesse dos alunos em considerar a realização das atividades

propostas. Tais respostas estão em consonância com os apontamentos de DALLACOSTA e colaboradores (1998) e MORAN (2003). Esses pesquisadores constataram que os recursos tecnológicos motivam os estudantes, aumentando, nesse sentido, a capacidade de compreensão. O aluno C13, por exemplo, descreve, na resposta da terceira questão que a aula foi proveitosa porque o *software* é interessante: “*sim, pois o software é bem interessante, com varias ferramentas e recursos que representam um laboratorio de quimica real (...)*”. Esse aluno também menciona as diversas ferramentas presentes no laboratório virtual, além das várias ferramentas que o *software* dispõe, que abrangem várias funções encontradas no laboratório convencional.

Não foi possível quantificar as respostas dos agrupamentos até aqui apresentados, devido à dificuldade de interpretações claras das respostas das questões Q2 e Q3. Ao analisar as respostas dos alunos observa-se muitos erros gramaticais, pontuações inadequadas, frases incompletas, frases sem sentido ou com duplo significado. A partir dessas respostas não claras pode-se ter suposições do que o aluno pretendia transmitir. Por exemplo, na questão Q2 (A atividade desenvolvida na sala de informática com a ajuda de um software contribuiu para o entendimento dos conceitos?), o aluno B9 responde “*Sim causa que pude observar os cálculos*”. Do modo que o aluno escreveu não é possível concluir que houve contribuição dos cálculos. Supõem-se que o aluno pensou que o *software* realiza cálculos, mas na verdade o *software* oferece valores para o usuário realizar os cálculos.

Sobre a questão Q4 (“Você sentiu alguma dificuldade na atividade?”), 27 dos alunos (48,21%) responderam que tiveram dificuldades e 28 dos alunos (50%) responderam que não tiveram e somente um aluno (1,79%) não respondeu a questão. A quantidade de respostas dessa questão está representada no gráfico da Figura 15.3. Com relação às respostas afirmativas e negativas, 18 alunos (32,14%) não se justificaram. As respostas afirmativas e justificadas da questão Q4 foram organizadas em um conjunto de agrupamentos, relacionados

com as “Dificuldades encontradas pelos alunos durante a aula”. As respostas negativas com justificativas foram dispostas em agrupamentos relacionados aos “Fatores que possibilitaram os alunos não sentirem dificuldade”.

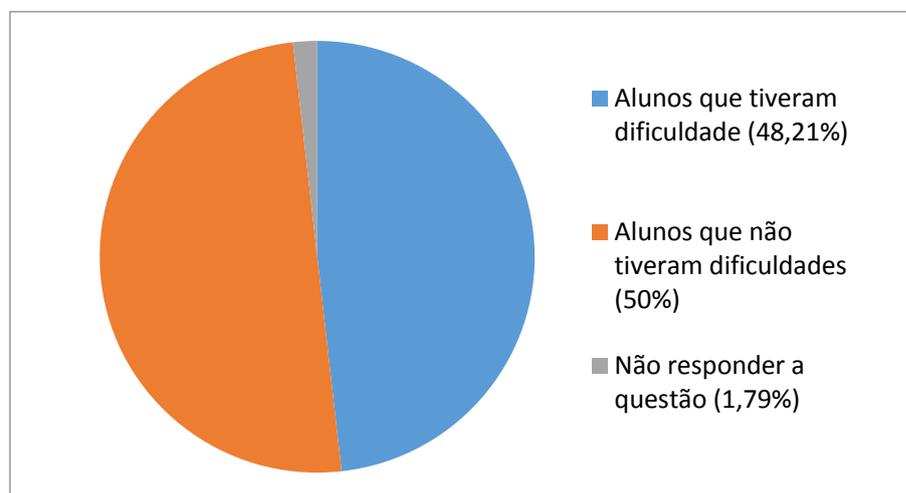


FIGURA 15.3–Gráfico das respostas dos alunos referente à questão Q4.

Em “Dificuldades encontradas pelos alunos durante a aula”, estão os seguintes agrupamentos, em ordem decrescente de frequência de respostas: “Cálculos”, “Adaptação com a atividade”, “Não compressão da questão/atividade” e “Software”. O Quadro 11.3 apresenta cada um dos agrupamentos com exemplos de respostas e as quantidades de respostas de cada agrupamento, já a Figura 16.3 mostra uma representação gráfica das porcentagens de cada agrupamento.

QUADRO 11.3- Dificuldades dos alunos.

Agrupamento	Exemplos	Quantidade	Porcentagem
Cálculos	B13: “Foi mais difícil para fazer as contas”. B14: “(...)foi complicado montar as equações”. B1: “Ao fazer a regra de três(...)”.	nove	33,33%
Adaptação com a atividade	A2: “(...) a gente nunca fez esse tipo de atividade (...)”. A3: “(...) um pouco porque não sabia como fazer direito, mas depois ficou fácil e interessante”. E11: “Sim, mais afinal acabei pegando o jeito e acabei conseguindo fazer as atividades”.	cinco	18,52%
Não compreendeu (atividade/ questão)	A7: “sim, pois tem que compreender com atenção”. B15: “Sim por falta de entendimento”. E10: “senti dificuldade sim, no entendimento das questões”.	quatro	14,82%
Software	C1: “apenas que o programa travou uma vez, mas apenas isso!”. E6: “(...) na parte de desenvolvimento no programa usado”.	três	11,11%
Sem justificativa		seis	22,22%

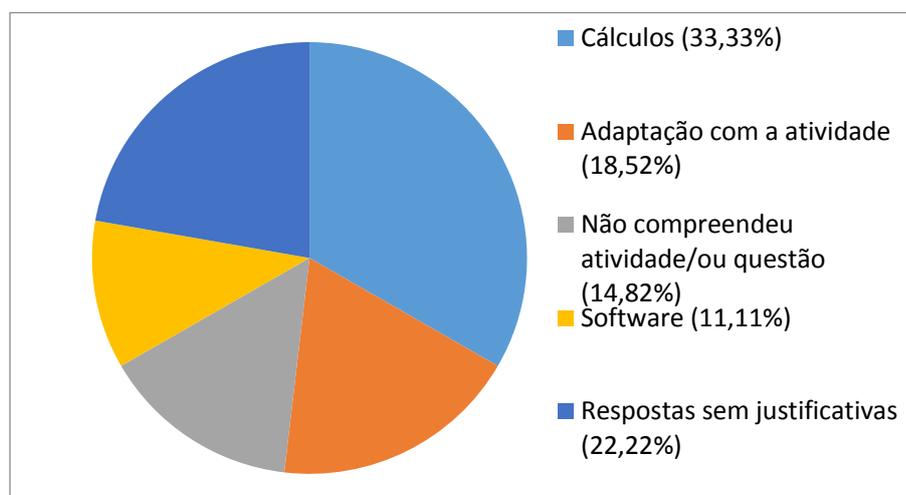


FIGURA 16.3 – Gráfico referente às respostas dos alunos indicando as dificuldades dos alunos.

O agrupamento “Cálculo” foi o que apresentou a maior quantidade de respostas e nele estão presentes as respostas que indicam que os alunos tiveram dificuldades com os cálculos. Pode-se perceber que partes dos alunos de todas as turmas apresentam uma defasagem com relação a cálculos matemáticos, pois os cálculos propostos envolviam regra de três simples, conteúdo estimado para ser desenvolvido no Ensino Fundamental e Ensino Médio. A dificuldade dos alunos

com cálculos também foi observada no trabalho de MOURA e colaboradores (2012), no qual também envolvia a utilização de *software* de simulação de experimento. Pode ser acentuado também que a aula “Combustão do etanol e octano” foi interdisciplinar, uma vez que envolveu as disciplinas de química e matemática.

Em “Adaptação com a atividade”, enquadram-se as respostas que indicam que a atividade foi diferente e que os alunos não estão acostumados a realizar atividades na sala de informática com *software*. As afirmações indicam que os alunos tiveram dificuldade no início da atividade, mas que, posteriormente, eles conseguiram acompanhar e entender a atividade. Na pesquisa de OLIVEIRA e colaboradores (2013), na qual os alunos utilizaram *software* de simulação de experimento, também foi verificado que no início da atividade os alunos ficaram confusos por nunca terem realizado esse tipo de atividade, entretanto, posteriormente, eles conseguiram acompanhar. É importante ressaltar que ao ser empregada uma atividades diferenciadas na sala de aula e sair da rotina do aluno, ele pode encontrar dificuldades ou não com as novas atividades, porém essas novas atividades podem motiva-lo e despertar o interesse pelo conteúdo.

As respostas que os alunos declararam incompreensão de questões ou com a atividade estão presentes em “Não compreensão da questão/atividade”.

São observadas as respostas que os alunos tiveram dificuldade na usabilidade com o *software* “Virtual ChemLab” em “Software”. Em consonância com as afirmações supraditas, reitera-se que a utilização do “Virtual ChemLab” requer a instrução, via outra pessoa usuária do *software* ou via roteiro presente no manual. Como os alunos não tinham um roteiro, foi exibido um vídeo demonstrativo, porém insuficiente. Essa situação reitera a necessidade da explicação da professora, ou seja, reforça que vídeos ou *softwares* não anulam o papel do professor.

Os agrupamentos “Orientação”, “Atividade simples” e “Atividade em grupo” estão presentes em “Fatores que possibilitaram os alunos não sentirem

dificuldade”. O Quadro 12.3 apresenta cada um dos agrupamentos, juntamente com exemplos de respostas e quantidade de respostas de cada um. O gráfico da Figura 17.3 apresenta as porcentagens de categoria.

QUADRO 12.3- Fatores que possibilitaram os alunos não sentirem dificuldades.

Agrupamento	Exemplo	Quantidade	Porcentagem
Orientação	A4: “(...) tive uma ótima orientação”. C7: “(...) foi muito bem explicada”.	14	50%
Atividade em grupo	C11: “(...) fizemos a atividade em grupo”.	um	3,57%
Atividade simples	E2: “foi uma atividade bem simples”.	dois	7,14%
Sem Justificativa		11	39,29%

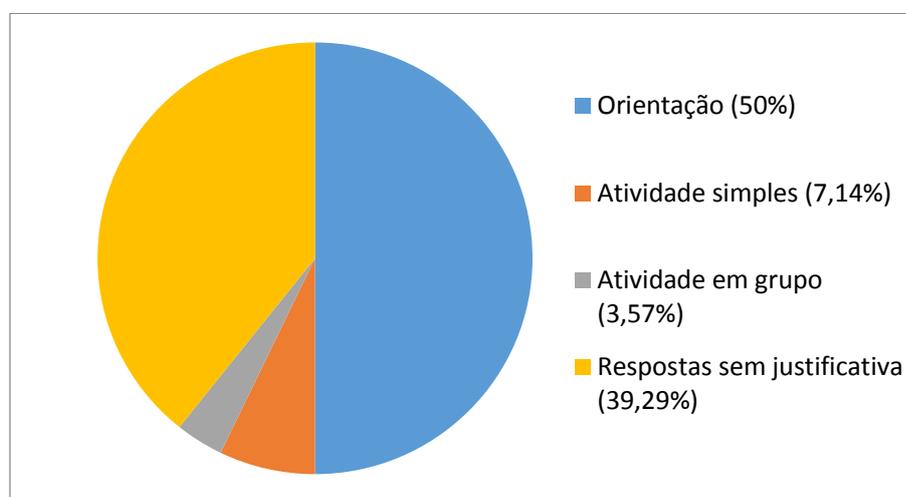


FIGURA 17.3– Gráfico das respostas dos alunos indicando os fatores que possibilitaram os alunos não sentirem dificuldades.

Muitos alunos relataram que não sentiram dificuldades por terem sido orientados e auxiliados pela estagiária e pesquisadora durante a atividade, além de reconhecerem o valor das discussões realizadas pela estagiária. Essas respostas estão reunidas em “Orientação”. Esse agrupamento indica o papel do professor orientador em um ambiente de aprendizagem, em que o mesmo busca orientar os alunos na atividade a ser realizada e auxiliar os alunos nas suas dificuldades.

As respostas que os alunos dizem que não tiveram dificuldades pelo fato das atividades propostas serem simples e de fácil resolução estão em “Atividade simples”. Somente um aluno respondeu que não apresentou

dificuldades pelo fato da atividade ser em dupla ou trio. Essa resposta está em “Atividade em grupo”.

Em uma análise geral da atividade, serão relacionadas as respostas das questões Q1 e Q4. Em alguns momentos, haverá uma relação com a questão Q2.

As concepções de BARDIN (2011) sobre análise de conteúdo podem ser enxergadas nas respostas da quarta questão. Essas contribuições teóricas dão embasamento para justificar as respostas corretas e incorretas da questão Q1.

Referente às respostas incorretas da primeira questão, o aluno A5 menciona, na questão Q4, que teve dificuldade porque não entendeu o conteúdo e o aluno E10 comenta que apresentou dificuldade “no entendimento das questões”. À vista dessas colocações, indica-se que a falta de compreensão do conteúdo e das questões levaram esses alunos a errarem a primeira questão. A quarta questão também apresentou outro motivo, que foi o fato da aula apresentar uma atividade diferente. Uma resposta ilustrativa foi concedida pelo o aluno E5, em que ele afirma que: *“Sim, pois nunca tínhamos feito uma experiencia no computado”*. O aluno apresentou dificuldade por não estar familiarizado com aula com recursos multimídias, ocasionando, dessa forma, a resposta errônea da primeira questão.

Alguns alunos que erraram a questão Q1 relatam, na questão Q4, que não apresentaram dificuldades durante a atividade. Em algumas dessas respostas, os alunos justificaram que tiveram orientação da professora. Como exemplos, estão os alunos E4 e E9 que dizem respectivamente: *“Não, pois a professora explicou cada etapa do que teria que fazer na atividade”* e *“Poucas, pois a professora nos auxilio nas nossas dificuldades”*. Dessa forma, entende-se que a professora exerceu o papel de orientadora dos alunos, porém, os mesmos não compreenderam algum conteúdo e erraram a questão. Outras respostas da questão Q4, estão injustificadas, entretanto, a análise de respostas da questão Q2, indicou que esses alunos disseram que o *software* contribuiu “mais ou menos” para o

entendimento dos conceitos, ou seja, a dificuldade de entender os conceitos por meio do *software* influenciou nas respostas erradas da primeira questão desses alunos.

Concernente às respostas corretas da questão Q1, podem ser enumerados diversos fatores. A maioria dos alunos que não apresentava dificuldades justifica que o auxílio oferecido através da discussão realizada pela professora colaborou. Para fins ilustrativos, apresenta-se a fala do aluno D1: “*pois tivemos auxilio do professor nas tarefas realizadas*”. Desse modo, a explicação e discussão realizadas pela professora contribuiu para que os alunos respondessem corretamente à questão. Nesse caso percebe-se a importância do professor exercer o seu papel orientador, auxiliando os alunos antes e durante a execução das atividades. O professor orientando os alunos na atividade com o *software* contribuiu para o bom desempenho dos alunos.

Parte dos alunos que acertou a questão Q1, alegou dificuldade nos cálculos, como pode-se observar no aluno A1: “*Foi mais difícil para fazer as contas*”. Outros alunos relataram que a atividade foi difícil, pois era diferente, como o aluno A3: “*sim porque a gente nunca fez esse tipo de atividade foi uma das aprendizagem diferente*”. Tais alunos apresentaram dificuldades, porém, entende-se que foram auxiliados pela professora ou pelos colegas, visto que acertaram a questão proposta.

O fato dos colegas auxiliarem na dificuldade com relação à aula diferenciada é evidente nas respostas do aluno A2 das questões Q2 e Q4, respectivamente: “*(...) agente pode fazer junto as atividades e aprender mais fácil*” e “*sim porque a gente nunca fez esse tipo de atividade foi uma das aprendizagem diferente*”.

A usabilidade do *software* foi um fator de dificuldade dos alunos (três alunos, tal qual se apresenta no Quadro 10.30), e como relatado pelo aluno E7 ao responder à questão Q4: “*Em relação ao Laboratório tivemos, mais em relação a entender a atividade nenhuma*”. Porém, esse aluno afirma, em resposta à segunda

questão, que o *software* contribuiu para o entendimento do conceito: “o *software* fez com que entendemos melhor o conceito trabalhado”. Ou seja, a existência da dificuldade com o *software* não impediu o aluno de acertar a primeira questão e nem de entender o que foi apresentado na aula. Assim, entende-se que as respostas corretas da questão Q1 também estão relacionadas com as contribuições do *software*, evidenciadas na segunda questão. Outros exemplos de alunos, como B4 e C1, que acertaram a questão Q1 e evidenciam a contribuição do *software* na questão Q2: “Sim, pois foi mais fácil aprender com o programa virtual” e “Sim, porque ajuda a melhor entender sobre o assunto(...)”.

As respostas das questões Q2 e Q3 serão analisadas em conjunto. À análise do conteúdo das respostas indica similaridades de conteúdos das respostas. Ademais, é notável que muitos dos agrupamentos presentes na segunda questão se observam na questão Q3.

Os alunos que citaram, na questão Q2, que o *software* contribuiu “mais ou menos” para o entendimento de conceitos responderam, na questão Q3, que a aula foi interessante. Isto posto, o motivo da aula ser interessante para esses alunos não está relacionado ao *software* favorecer a compreensão. Por outro lado, os alunos que classificaram a aula como pouco interessante afirmam que o *software* contribuiu para o entendimento dos conceitos. Nesses casos, não é possível afirmar que a condição do *software* favorecer o entendimento de conceitos colabora para que a aula seja mais interessante.

Alguns alunos citaram, na Q2, que o *software* contribuiu para o entendimento de conceitos e que o mesmo deixou a aula interessante, como pode ser observado nas respostas das questões Q2 e Q3, respectivamente, do aluno C13: “Sim, pois ajudou a melhorar o entendimento sobre química na parte de combustao e combustiveis, podendo medilos” e “sim, pois o software é bem interessante , com varias ferramentas (...)”.

Outro exemplo é do aluno A1 que, na segunda questão, responde que o *software* favoreceu a compreensão. Na questão Q3, o mesmo aluno relata que

foi uma atividade interessante devido ao uso do *software* e da interação durante a atividade: “*sim, achei muito interessante uma atividade virtual e que nos interagem a querer aprender mais e mais*”.

Alguns alunos concordam que o *software* contribuiu para o entendimento dos conceitos, no entanto, classificam outro fator como interessante na aula. Um exemplo é o aluno B3 que, na questão Q2, afirma que o *software* favoreceu o entendimento: “*Sim pois ajudou a entender melhor a química e os cálculos nos laboratórios*”. Na questão Q3, ele declara que os cálculos foram interessantes: “*Sim foi interessante fazer o cálculo exato do combustível*”. Outro exemplo é o aluno C3, que concorda que o *software* favorece o entendimento: “*Sim. Porque teve os esclarecimentos da atividade*”. Quanto a esse aluno, ele ainda declara, que aprender algo relacionado ao cotidiano foi interessante: “*Sim. pois podemos ter o controle na economia na hora do abastecimento*”. O aluno E5 relata que o mais interessante foi adquirir novos conhecimentos (“*Sim, pois aprendemos coisas novas que não sabíamos*”).

Alunos de diferentes turmas confirmam, pelas respostas das questões Q3 e Q4, que as aulas com recursos multimídias, como *software*, dificilmente ocorrem na escola. Os alunos D1, D2, E2, E8, E9 e E11 responderam, na terceira questão, que foi uma aula diferente. Na quarta questão, os alunos A2 e E5 relataram que nunca haviam realizado atividade no laboratório virtual e A4 comenta que dificilmente esse tipo de aula ocorrerá novamente.

Aulas diferentes podem motivar os alunos, porém, como visto, alguns alunos apresentaram dificuldade por não estarem familiarizados. O aluno que apresenta essa dificuldade terá maior tendência de errar o que foi proposto, todavia, se professor perceber a dificuldade, ele poderá auxiliar o aluno de tal forma que o aluno responda corretamente ao que foi proposto.

As respostas da questão Q3 e Q4 do aluno B3 foram analisadas em conjunto. Por meio da resposta da questão Q3 “*Sim foi interessante fazer o cálculo exato do combustível*”, entende-se que o aluno B3 achou os cálculos interessante.

Entretanto, o mesmo apresentou dificuldade com os cálculos, visto que em Q4 ele disse “*Havia esquecido como montar as contas*”.

Assim sendo, parte dos alunos apresentou dificuldade (27 alunos ou 48,21%) com: cálculos, *software*, atividade diferente e entendimento de questões/atividade. Porém, a maioria delas foi superada, visto que uma parte significativa dos alunos (43 alunos ou 76,79%) conseguiu responder corretamente a questão principal, cujo o objetivo é o de verificar a compreensão da atividade. As principais contribuições dessa aula, que também favoreceram as respostas corretas, foram: orientação da professora, contribuições do *software* e interação dos alunos.

3.2.2 - Opiniões dos Alunos em Relação À Aula “Polaridade das Moléculas”

Foi combinado entre a licencianda em química (L1) e a professora responsável (P1) o dia de aplicação da aula “Polaridade das Moléculas” para três turmas do Ensino Médio. Entretanto, foi possível aplicar somente para uma turma, dado que ocorreu um evento na escola no dia planejado para aplicação das aulas. Nessas condições, 23 alunos do segundo ano do Ensino Médio, cuja turma recebeu a denominação de turma F, responderam ao questionário. As questões dessa aula também foram abreviadas com a letra Q seguida do número da questão.

As questões Q1 e Q2 são concernentes ao entendimento dos conceitos de moléculas polares e moléculas apolares, respectivamente. Esses conceitos foram explorados em sala de aula e, posteriormente, foi desenvolvida a atividade com simulações de moléculas. Algumas moléculas eram em 3D, razão pela qual o uso de óculos se fez necessário para suas visualizações. Sobre a questão Q1 (“Quais moléculas visualizadas são polares?”), 17 alunos (73,91%) citaram corretamente as moléculas e seis alunos (26,09%) erraram a resposta, a representação das porcentagens está na Figura 18.3. Salienta-se, que quatro dos

seis alunos que erraram a questão, definiram corretamente polaridade, apesar de não terem citado as moléculas, como solicitado na questão.

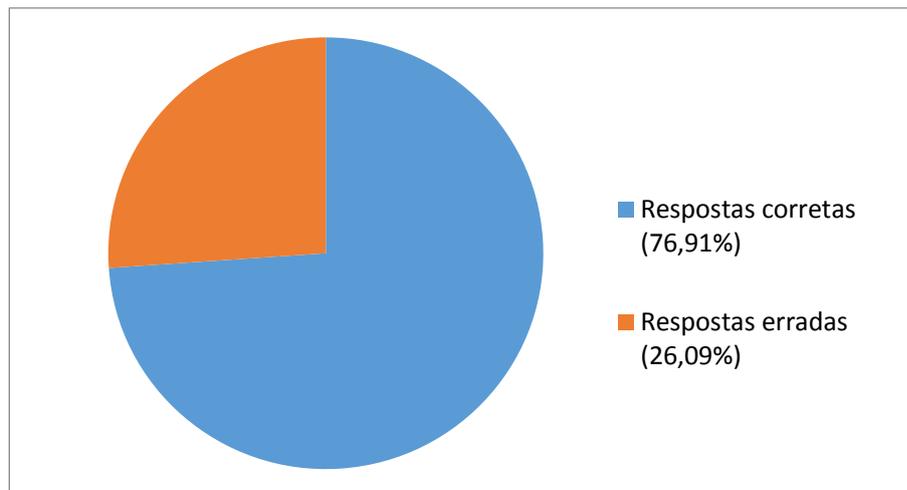


FIGURA 18.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q1.

A questão Q2 (“Quais moléculas visualizadas são apolares?”) teve resultados parecidos com a questão anterior: 18 alunos (78,26%) citaram corretamente as moléculas apolares, cinco alunos (21,74%) erraram a resposta. Na Figura 19.3 está representada a quantidade das respostas da questão 2. Novamente, quatro dos cinco alunos que erraram a questão, apresentaram a definição de apolar e não citaram as moléculas.

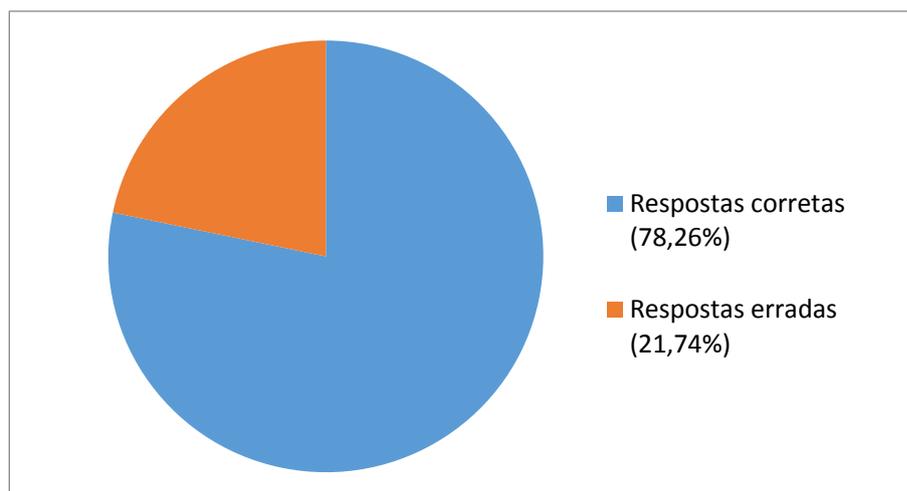


FIGURA 19.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q2.

Os quatro alunos (17,39%) que escreveram a definição na primeira questão fizeram o mesmo na questão Q2. Esses alunos provavelmente não entenderam claramente as perguntas. Outra possibilidade é o fato dos alunos dessa sala estarem acostumado a responder questões que requerem a definição de conceito, pois, como será visto a seguir, a definição de conceito permanece nas respostas das questões Q3 e Q4 de outros alunos. Ademais, pode-se pressupor que a apresentação de definições seja mais fácil do que citar exemplos, pois para definir é necessário localizar a definição e copiá-la. Por outro lado, citar os exemplos das moléculas requer conhecimentos do conceito para saber relacioná-lo ao que foi visualizado.

O aluno F19 apresentou a definição errada de molécula polar na questão um, no entanto, respondeu a questão Q2 corretamente. Presume-se que esse aluno teve mais atenção no momento de responder a segunda questão. Somente um aluno, F6, errou as duas questões. Buscando justificar o motivo dos erros, na resposta da questão Q3 desse aluno encontra-se que a aula foi curta e que ele apresentou dificuldade no entendimento dos conceitos: “*conteúdo foi dado muito rápido, foi um pouco difícil de entender*”. Ou seja, a velocidade da transmissão dos conceitos e o tempo de duração da aula influenciaram o aluno a errar as respostas, visto que ele apresentou dificuldades no entendimento de conceitos.

As respostas corretas das questões Q1 e Q2, que configuram a maioria, podem ser enxergadas à luz das explicações e discussões realizadas pela licencianda em química, além de também poderem ser interpretadas em função da possibilidade oferecida da visualização das moléculas. Esses fatores serão discutidos posteriormente.

Na questão Q3 (“A visualização das moléculas contribuiu para aprendizagem dos conceitos? Por quê?”), 22 alunos (95,65%) responderam “sim” e somente um aluno (4,35%) não respondeu a questão. Após a análise das respostas referentes à questão Q3, foram criados agrupamentos de acordo com as

ideias de BARDIN (2011) sobre análise de conteúdo e categorização. O Quadro 13.3 apresenta os agrupamentos, relacionados com as contribuições da aula com recurso multimídia, além de também apresentar exemplos de respostas e quantidade de respostas de cada agrupamento. As quantidades estão melhores representadas na Figura 20.3.

QUADRO 13.3- Contribuições da visualização das moléculas

Agrupamento	Exemplo(s)	Quantidade	Porcentagem
Favoreceu a compreensão	F2: “Sim, pois temos exemplo (de moléculas) para serem analisados ficando mais facil a aprendizagem”. F11: “Sim, pois vendo as moléculas dá para entender melhor o que estava sendo passado e explicado”. F13: “Sim, pois a explicação com a visualização melhora a compreensão”.	16	69,56%
Apresentação de definições	F12: “sim, pois aprendi que as moléculas apolares não possuem afinidade com a água (não se mistura com a água) só com substâncias oleosas. Já as moléculas polares tem afinidade com a água (se misturam)”.	quatro	17,39%
Favoreceu a comparação	F7: “Sim, pois assim diferenciamos as moléculas (...)”.	um	4,35%
Aula diferenciada	F5: “Sim, porque no estudo teórico não temos contato com imagens ou ver reação vista em situação real”.	um	4,35%
Não respondeu a questão		um	4,35%

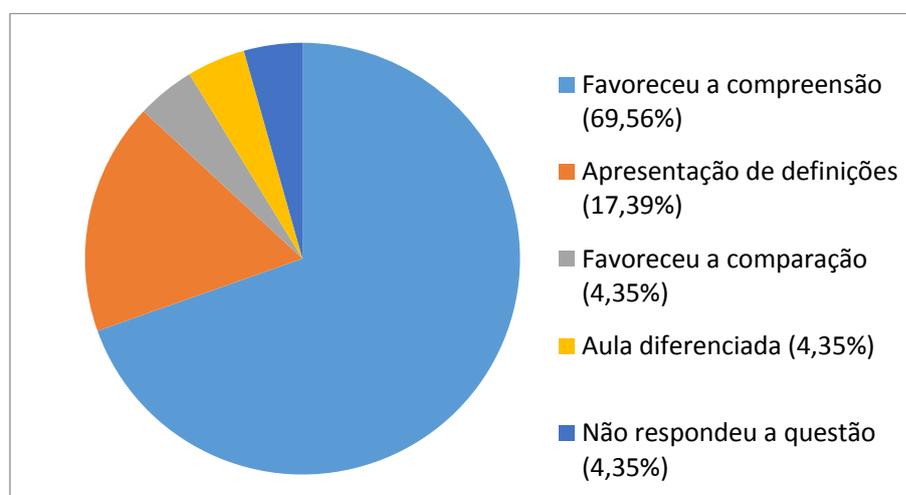


FIGURA 20.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q3 indicando as contribuições das visualizações das moléculas.

O agrupamento com maior quantidade de respostas foi “Favoreceu a compreensão”. Ele inclui as respostas nas quais estão descritas que a visualização das moléculas, promovida pelo *software*, em conjunto com a explicação do professor contribuiu para a compreensão dos conceitos.

As respostas dos alunos que expõem características das moléculas polares ou apolares sem utilizar palavras relacionadas à imagem ou à visualização estão em “Apresentação de definições”. Essas características (definições) foram apresentadas na aula.

Somente um aluno cita que visualização das moléculas favoreceu a comparação entre moléculas polares e moléculas apolares, resposta disponível em “Favoreceu a comparação”. Outro agrupamento com somente uma resposta foi “Aula diferente”, em que o aluno afirma que a exibição de imagens de moléculas promovida pelo *software* foi diferente e, ainda, que aulas com recursos multimídias ou imagens de moléculas dificilmente são oferecidas. Dessa forma, constata-se que a visualização de imagens de moléculas não é muito utilizada no dia-a-dia escolar.

Sobre a questão Q4 (“O que acho mais interessante na aula?”), somente um aluno (4,35%) não respondeu, sendo que as demais respostas foram classificadas em “Imagens 3D” e “Conceitos sem imagens”. A maioria das respostas (16 alunos ou 69,56%), está em “Imagens 3D”. Nessa categoria, os alunos relataram que a visualização de moléculas em 3D foi o mais interessante da aula. Pertencem também a esse agrupamento os alunos que transcreveram que foi interessante utilizar os óculos 3D para visualizar as moléculas.

Quanto às respostas remanescentes, seis alunos (26,09%) as responderam e elas estão incluídas em “Conceitos sem imagens”. Nessas respostas, os alunos não mencionam palavras relacionadas às imagens das moléculas e visualização. São citado(s) conceito(s) abordado(s) durante a aula. O Quadro 14.3, a seguir, contém cada agrupamento, exemplos das respostas e a

quantidade de respostas. A Figura 21.3 apresenta um gráfico das quantidades de resposta de cada agrupamento.

QUADRO 14.3- Mais interessante na aula

Agrupamento	Exemplos	Quantidade	Porcentagem
Imagem 3D	F6: “Ver as moléculas em 3D”. F11: “O óculos 3D, pois ficou interessante e chamou a atenção com as moléculas aprimorando o conhecimento”. F16: “As imagens das moléculas polares e apolares”.	16	69,56%
Conceitos	F3: “Achei interessante, pois ela nos trouxe novos conhecimentos, tais como a eletronegatividade”. F9: “As definições das substância (...)”.	seis	26,09%
Não respondeu a questão		um	4,35%

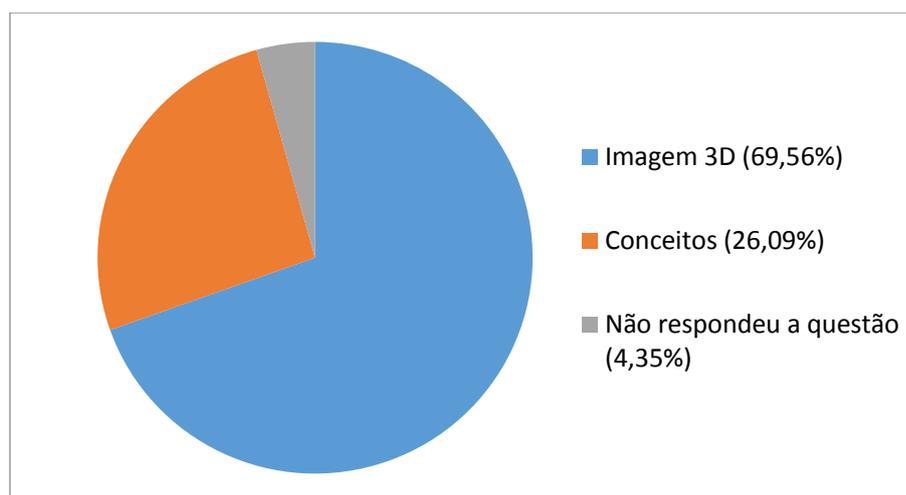


FIGURA 21.3- Gráfico das respostas dos alunos da questão Q4 indicando o que foi mais interessante na aula.

A análise geral da aula, baseadas nos apontamentos de BARDIN (2011) referente à análise de conteúdo, será relacionada às respostas das questões Q1 e Q2 com as respostas das questões Q3 e Q4, além de análise entre as questões Q3 e Q4.

A constatação da maioria dos alunos acertar as respostas das questões Q1 e 2 se justifica pela explicação da licencianda, além da visualização das imagens das moléculas através da simulação. Esse é um dos principais motivos,

pois o agrupamento “Favoreceu a compreensão” apresenta as justificativas de que as imagens contribuíram para a compreensão do conceito, tendo se configurado como aquele que apresentou maior quantidade de respostas da Q3. Outro fator que influenciou as respostas corretas foram às “Imagens 3D”, que provocaram interesse dos alunos pela aula. “Imagens 3D” é o agrupamento com maior quantidade de respostas da questão Q4. As imagens também favoreceram a comparação entre as moléculas, justificativa foi mencionada por um aluno na questão Q3.

A análise das respostas das questões Q3 e Q4, indicou que os quatro alunos (17,39%) que apresentaram a definição de conceitos, na terceira questão, relataram, na quarta questão, que o mais interessante foi aprender novos conceitos. Essas respostas da questão Q4, estão no agrupamento “Conceitos sem imagens”. Pode-se entender, nesse sentido, que esses alunos estão mais familiarizados com definições de conceitos do que com a atividade que envolve visualizações e/ou exemplos.

Porém, os alunos que apresentaram as definições de polaridade e apolaridade das moléculas nas questões Q1 e Q2, com exceção de F21, relatam na terceira questão que a exibição das imagens das moléculas “Favoreceu a compreensão” dos conceitos. Eles também citaram, na quarta questão, que o mais interessante da aula foram as imagens 3D. Dessa forma, a apresentação de definições não está relacionada ao fato desses alunos não compreenderem as imagens ou não gostarem de imagens. Somente o aluno F21 que apresentou as definições nas questões Q1 e Q2, não está inserido na afirmação sobredita, dado que esse aluno não respondeu as questões Q3 e Q4, sugerindo certo desinteresse.

Assim sendo, entende-se que as contribuições da aula com recurso de simulação de imagens foram favorecer o entendimento dos conceitos por meio de imagens e promover o interesse dos alunos, principalmente por imagens em 3D. As dificuldades em relação a essa aula foram a velocidade da transmissão do

conteúdo e a dificuldade dos alunos em citar exemplos, dada a inexistência de familiarização com definições de conceitos.

3.3 - Aulas com Recursos Multimídias – Reflexões Sobre as Respostas da Professora e Licencianda em Química

As aulas com recursos multimídias, “Combustão do etanol e do octano” e “Polaridade das Moléculas” também apresentaram os objetivos de verificar a opinião do professor da educação básica e da licencianda em química em relação às contribuições e às dificuldades da utilização de novas metodologias com recursos multimídias. Destaca-se, ainda, que também foi visado incentivar alunos de cursos de licenciatura em química ao uso de recursos multimídias como possibilidades de trabalho docente. Para atingir tais objetivos, neste item, serão apresentadas e refletidas as respostas dos dois questionários respondidos pela professora da educação básica (P2) e pela licenciada em química (L1).

3.3.1 - Opiniões da Professora e da Licencianda em Relação às Contribuições e às Dificuldades das Aulas com Recursos Multimídias

Foi sugerido que a licencianda em química (L1), professora responsável pela sala (P1) e professora substituta (P2) respondessem a um questionário relacionado à aula “Combustão do etanol e do octano”. Também foi sugerido que a licencianda e professora P1 respondessem ao questionário da aula “Polaridade das Moléculas”. Como o questionário não era obrigatório, a professora P1 não respondeu nenhum dos questionários referentes às aulas, a licencianda L1 respondeu aos dois questionários sugeridos e a professora P2 respondeu ao questionário referente à aula “Combustão do etanol e do octano”.

Primeiramente, será relatado sobre a aula “Combustão do etanol e do octano”. Antes das aplicações da mesma, era necessária a instalação do *software* “Virtual ChemLab” nos computadores da escola. A instalação foi realizada no

período da manhã do mesmo dia em que ocorreu a aplicação da aula no período da tarde para as turmas A e B. Entre o período da manhã e o da tarde, os computadores foram desligados, ocasionando um imprevisto dos programas serem desinstalados automaticamente. Esse tipo de incidente se justifica pelo fato do sistema presente nos computadores da escola não salvar arquivos após o desligamento do computador. Assim, foi necessário que se instalasse novamente o programa. Entretanto, se o *software* fosse incorporado ao sistema da escola, ele não seria desinstalado ao desligar o computador.

Como a instalação do *software* “Virtual ChemLab” não é um processo demorado, foi possível a instalação durante a primeira aula do período da tarde. Posteriormente, ocorreram as aulas planejadas para as turmas A e B. As aplicações para as turmas C, D e E foram no período da manhã e não apresentaram problemas referentes à instalação, dado que o *software* havia sido instalado nas duas primeiras aulas do período manhã e os computadores não haviam sido desligados.

Outra dificuldade foi em relação ao pouco tempo que o computador fica liberado para uso. Essa dificuldade foi citada pela licencianda L1, como observa-se em sua afirmativa que indica que “*os computadores são liberados pelo monitor da sala (pessoa responsável pela sala de informática) por um tempo determinado por ele (...) o tempo era muito curto para ser usado em todas as salas*”. Dadas essas circunstâncias, foi utilizado um tempo das aulas para fazer o *login* dos computadores e abrir o *software* do laboratório virtual.

Durante a aplicação para a turma A, houve perda de conexão com a Internet, porém, essa eventualidade não prejudicou a aula. Os alunos conseguiram fazer normalmente a atividade no laboratório virtual, pois o “Virtual ChamLab” não necessita de conexão com a Internet para ser utilizado. Todavia, esse incidente não possibilitou que eles respondessem as questões no *site* do “LQT-UFSCar”, razão pela qual eles responderam as questões utilizando papel e lápis. A aplicação para a turma B ocorreu no mesmo dia. No entanto, como as circunstâncias

impediram acesso à Internet, a aula ocorreu em uma sala com *Datashow*, utilizando o *notebook* que continha o *software* instalado. Nessa aula, os alunos não realizaram o experimento no laboratório virtual, só assistiram à demonstração. Para responder as questões, eles utilizaram lápis e papel.

Mediante de tais conjunturas, percebe-se que existem dificuldades para a introdução de atividades pedagógicas com recursos tecnológicos. A primeira dela é em relação aos problemas nas máquinas (computador ou *datashow* não funcionarem) e, ainda, observa-se o obstáculo concernente à falha na conexão da Internet.

A partir das respostas das questões dos dois questionários, foram organizados dois conjuntos de agrupamentos das respostas, que são: “Contribuições das aulas com recursos multimídias” e “Dificuldades das aulas com recursos multimídias”.

Para simplificar a organização dos quadros que serão apresentados, a aula “Combustão do etanol e do octano” foi denominada de aula AA1 e a aula “Polaridade das Moléculas” foi denominada de AA2. No Quadro 15.3, se encontram os agrupamentos referentes às “Contribuições das aulas com recursos multimídias”, acompanhados de exemplos das respostas.

QUADRO 15.3- Contribuições dos recursos multimídias, baseados nas questões Q3 a Q7 da aula AA1 e nas questões Q3, Q4 e Q6 da aula AA2, respondidas pela licencianda (L1) e professora (P2).

Agrupamentos	Exemplo
Promove motivação	Aula AA1- Q3 - L1: “Acredito que sim (que seja importante atividades com computadores e <i>software</i>), pois os alunos se interessam mais, afinal, faz parte do dia a dia deles usar o computador”. Aula AA1- Q4- P2: “(...) durante a realização da mesma (atividade desenvolvida na aula 1), vários alunos ficaram interessados no assunto”. Aula AA1 - Q7 – P2: “A atividade foi muito interessante (...)”. Aula AA2 - Q4 - L1: “Acredito que sim (que os alunos ficaram mais interessados)”.
Aula diferenciada	Aula AA1 - Q3 - L1 “Sai do ambiente de lousa e giz”. Aula AA1 - Q4 - L1: “(...) pois foi uma aula feita de forma diferente (...)”. Aula AA1 - Q5- P2: “(...) o primeiro contato desses alunos com o programa (...)”.
Promove interação	a Aula AA1 - Q4 - L1: “(...) eles (alunos) conseguiram interagir e não apenas receber o conteúdo”. Aula AA1 - Q6 - L1: “Vantagem de ter um laboratório virtual que os alunos podem interagir, com total segurança”.
Favorece compreensão	a Aula AA1 – Q3 - P2: “(...) pelo fato da disciplina de Química conter muitos assuntos abstratos, então a utilização desses recursos (computador e <i>software</i>) tende a facilitar o aprendizado dos alunos”. Aula AA1- Q6 - P2: “(...) esses assuntos (conteúdo da disciplina de química) são muito abstratos para os alunos, então a utilização desse recurso (computador e <i>software</i>) foi muito importante para facilitar o entendimento”. Aula AA1- Q6 - P2: “(...) (as tecnologias podem) tornar mais compreensíveis alguns conceitos muito abstratos”.
Promove visualização	a Aula AA2- Q3 - L1: “Acredito que seja importante (a utilização dos recursos tecnológicos e de visualização), pois alguns conceitos acabam sendo abstratos aos alunos, principalmente como as moléculas são realmente”. Aula AA2 - Q6 - L1: “Achei bastante vantajoso (a utilização do <i>software</i>), pois é muito difícil para o aluno imaginar uma reação ou uma molécula e com isso eles puderam visualizar melhor e conseguir entender como a polaridade funciona nas moléculas”.

As respostas das professoras que indicam que a aula promoveu a motivação ou o interesse estão em “Promove motivação”. Esse agrupamento é semelhante ao agrupamento com mesma denominação das respostas dos alunos sobre a aula AA1. A aula “Combustão do etanol e do octano” foi uma aula que chamou a atenção dos alunos, pois ambas as professoras observaram que os alunos tiveram mais interesse, como pode-se ver nas falas do Quadro 14.3. O mesmo ocorreu com a aula “Polaridade das Moléculas”, citada pela licencianda.

O agrupamento “Aula diferenciada”, presente na aulas AA1 e AA2, também aparece nas respostas dos alunos. Na fala da licencianda em que ela diz que foi “*uma aula feita de forma diferente*”, entende-se que a aula foi diferente

por conter apresentação de *slides*, ter atividade no laboratório virtual e responder questões pelo computador, o que normalmente não ocorre nas aulas em que se utilizam o quadro, giz, caderno e livros.

“Promove a interação” também é semelhante ao agrupamento de mesma denominação referente às respostas dos alunos sobre a aula AA1. Os alunos citam a interação entre os colegas da turma. A licencianda além de mencionar essa interação, relata a interação entre aluno e *software*: “(...) *eles (alunos) conseguiram interagir e não apenas receber o conteúdo*” e “*um laboratório virtual que os alunos podem interagir*”. Tais ideias são consoantes com os dados de pesquisa de SOUZA e MERÇON (2014) e BENITE e BENITE (2008), que relatam que a junção dos recursos tecnológicos, como *software*, com o ensino de química, pode promover um ensino mais dinâmico e agradável, podendo ser trabalhado de forma interativa.

O agrupamento “Favorece a Compreensão” também está presente nas respostas dos alunos sobre a aula “Polaridade das Moléculas”, com a mesma denominação, e nas respostas sobre a aula “Combustão do etanol e do octano”, com a denominação “*Software favoreceu a compreensão da explicação*”. As respostas dessas categorias concordam com as afirmações de BATISTA e FILHO (2011), que apontam que quanto maior o grau de dificuldade de entendimento de uma representação, maior é a contribuição da simulação, pois essa promove maior esclarecimento do conteúdo.

No agrupamento “Promove a visualização” estão as respostas que indicam que os *softwares* promoveram a visualização de conceitos abstratos apresentados nas aulas. Tal agrupamento está presente nas respostas dos alunos da aula “Polaridade das Moléculas”, porém, com a denominação de “Imagens 3D” e “Favorece a Comparação”. Os relatos dos alunos indicam que as imagens foram interessantes e contribuíram para o entendimento dos conceitos. Esses depoimentos concordam com os apontamentos de HEIDRICH (2009), que considera que as imagens são importantes no processo de ensino aprendizagem.

A visualização de imagens facilita a compreensão de um conceito, principalmente sobre conceitos incomuns no cotidiano, abstratos ou nunca vistos pelo aluno. Em conformidade com a afirmações a licencianda relata que “(...)é muito difícil para o aluno imaginar uma reação ou uma molécula (conceitos pouco visualizados pelo alunos) e com isso (simulação das moléculas durante a aula) eles puderam visualizar melhor e conseguir entender como a polaridade funciona nas moléculas”. Os conceitos de molécula e reações a nível microscópico são muito abstratos para os alunos, porém, esses conceitos podem se tornar mais concretos por meio visualização das imagens das moléculas nas simulações. Alguns autores como JOHNSTONE (1993) e SANTOS e GRECA (2005), também afirmam que os estudantes apresentam mais dificuldades com as representações químicas microscópicas, que são abstratas e invisíveis.

Outro conjunto de agrupamentos relaciona-se às “Dificuldades das aulas com recursos multimídias”. Algumas dessas dificuldades são ligadas às dificuldades dos alunos e outros obstáculos se relacionam à aplicação da aula. O Quadro 16.3, expõe agrupamentos bem como exemplos de respostas.

QUADRO 16.3- Dificuldades das aulas com recursos multimídias, baseados nas questões Q5 e Q7 da aula AA1, respondidas pela professora P2 e pela licencianda (L1).

Agrupamento	Exemplo(s)
Software	Aula AA1-Q5-P2: “A principal dificuldade foi (aluno) conseguir realizar sozinho o experimento (...)”.
Adaptação com a atividade	Aula AA1-Q5-P2: “(...) primeiro contato desses alunos com o programa, pois depois de um tempo eles acostumaram com o funcionamento”.
Tempo disponibilizado para uso do computador	Aula AA1-Q5-L1: “(...) os computadores são liberados pelo monitor da sala por um tempo determinado por ele, sendo assim, os computadores não podiam ser desligados, pois seria desinstalado automaticamente o software. E o tempo (que é disponibilizado pelo monitor) era muito curto para ser usado em todas as salas.”
Conexão com Internet	Aula AA1-Q5-L1: “(...) a internet da escola ter perdido o acesso (...)”.
Vídeo demonstrativo	Aula AA1-Q7-P2: “(...)o vídeo utilizado para explicar como iria ser desenvolvida a atividade está um pouco rápido, talvez se diminuísse a velocidade poderia ser mais fácil para os alunos entenderem”.

A resposta do agrupamento “*Software*” é parecida com as respostas dos alunos sobre a aula de “Combustão do etanol e do octano”, que se referem à dificuldade que os alunos tiveram com a usabilidade do *software* “Virtual ChemLab”. Os fatores que podem ter dificultado a usabilidade do *software*, segundo a professora P2, foram a condição de se apresentar uma ferramenta nova para os alunos (“Adaptação com a atividade”) e o uso de vídeo demonstrativo. Essa professora relata que um dos motivos das dificuldades dos alunos com o *software* é o fato do vídeo de demonstração do experimento no laboratório virtual ser rápido: “(...) o vídeo utilizado para explicar como iria ser desenvolvida a atividade está um pouco rápido, talvez se diminuísse a velocidade poderia ser mais fácil para os alunos entenderem”.

Diante das dificuldades dos alunos com o *software*, durante a aula, foi observado que era necessária uma demonstração mais lenta e bem explicada, o que justifica a consistência do relato da professora P2. Nesse sentido, foi explicado o funcionamento do *software* separadamente para cada grupo de alunos no computador que eles estavam utilizando. Dessa forma, ocorreu um bom aproveitamento da ferramenta. Sugere-se, mediante tais afirmativas, que uma próxima aplicação dessa aula use um vídeo mais lento e com mais explicações.

Outro agrupamento é o “Adaptação com a atividade”, que corresponde à resposta que indica que os alunos tiveram dificuldades por ser uma aula que utilizou recursos diferentes, como o *software*. Esse agrupamento também está presente nas respostas dos alunos.

Os agrupamentos “Tempo disponibilizado para uso do computador” e “Conexão Internet” estão relacionadas aos problemas encontrados na aplicação da aula um para as turmas A e B, como já relatado.

Desse modo, percebe-se que as contribuições e dificuldades das aulas com recursos multimídias relatadas pela professora P2 e pela licencianda foram semelhantes às contribuições e às dificuldades mencionadas pelos alunos. Houve, entretanto, diferentes posicionamentos referente a alguns pontos das dificuldades,

pois elas acrescentam aos problemas ocorridos antes e durante a aplicação da aula, elementos como a instalações dos *softwares*, tempo disponível para o uso do computador, conexão com Internet e vídeo demonstrativo.

3.3.2 - O Uso de Recursos Multimídias na Prática Docente / Incentivo

As respostas ao questionário evidenciou que ambas as professoras nunca utilizaram *software* educativo e, ainda, que apenas a professora P2 havia utilizado a sala de informática com os alunos. A professora P2 citou situações em que lhe parecem apropriadas o uso do computador: *“quando a utilizo geralmente é para os alunos realizarem pesquisas(...) ou (...)acessarem vídeos sobre a matéria”*. A licencianda por sua vez, somente utilizou os recursos tecnológicos e a sala de informática junto com os alunos durante as aulas de estágios, que foram em colaboração com a pesquisadora. Ela disse sobre essas aulas: *“Utilizei o tempo todo, tanto os recursos visuais quanto os tecnológicos(...)”*. Pode-se perceber, dessa foram, que os recursos tecnológicos e a sala de informática são pouco utilizados durante aulas normais ou aulas aplicadas por estagiários junto com os alunos. Essa constatação é reiterada pelas respostas dos alunos, como já descrito.

Apesar da professora P2 e licencianda fazerem pouco uso dos recursos visuais e tecnológicos no trabalho docente, elas acreditam que sua utilização é importante para facilitar a compreensão, principalmente, de conceitos abstratos, como cita a professora P2: *“pelo fato da disciplina de Química conter muitos assuntos abstratos, então a utilização desses recursos tende a facilitar o aprendizado dos alunos”* e, *“tornar mais compreensíveis alguns conceitos”*. A licencianda acredita que os recursos tecnológicos são importantes para despertar o interesse dos alunos: *“os alunos se interessam mais, afinal, faz parte do dia a dia deles usar o computador”*.

Após a aplicação da aula “Combustão do etanol e do octano”, a licencianda cogitou da possibilidade de uma outra aula com recursos multimídias

ser elaborada e aplicada com os alunos do Ensino Médio. O tema da aula foi sugerido pela professora da turma (P1). Assim, foi elaborada e aplicada a aula “Polaridade das Moléculas”, como já descrito anteriormente.

Dessa forma, entende-se que as aulas com recursos multimídias despertaram o interesse das professoras, em especial da licencianda, para uma possibilidade de trabalho docente.

CAPÍTULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente estudo focalizou o desenvolvimento de aulas e videoaulas com recursos multimídias para o ensino de química. Essas aulas e videoaulas dispuseram de simulação de moléculas e laboratório virtual de química, com a finalidade de divulgação científica e, ainda, tiveram o objetivo de apresentar a possibilidade de novas metodologias no ensino.

As videoaulas, inseridas nos *sites* do “YouTube” e do “LQT-UFSCar”, atingiram o objetivo de divulgação científica, visto que notou-se, através de dados do *site* do “YouTube”, que os vídeos alcançaram um público mundial e diversificado. Observou-se que o *site* do “YouTube” é um importante meio de divulgação, pois espectadores acessam mais os vídeos por meio da “Pesquisa no YouTube” do que pelo *site* do “LQT-UFSCar” ou *sites* de pesquisa como “Google”. Também foi observado que os vídeos dificilmente são assistidos até o final, entretanto, atentou-se por meio dos comentários dos espectadores, que os vídeos serviram de auxílio durante seu estudo individual. Ademais, por meio dos comentários verifica-se que os vídeos podem ser aperfeiçoados. Por exemplo, inserindo legendas o que possibilita que deficientes auditivo sejam espectadores dos vídeos, além de melhorias no áudio e na velocidade da explicação.

Os resultados obtidos, após a aplicação da metodologia em sala de aula em uma escola de educação básica, mostram que as principais contribuições das aulas com recursos multimídias, na opinião dos alunos do Ensino Médio, são: favorecem a compreensão dos conceitos, promovem interação, motivação, experimentação e contextualização, diversificam as aulas e, por fim, auxiliam na apropriação de conhecimento. A motivação dos alunos pela aula despertada pelos recursos multimídias também foi constatada por diversos autores como DALLACOSTA e colaboradores (1998) e MORAN (2003). Foi possível verificar, ainda, que grande parte dos alunos classificou as aulas como

interessantes, mas não são todos esses alunos que indicam que o fato da aula ser interessante está relacionado ao uso de *softwares*.

Entretanto, partes dos alunos apresentaram algumas dificuldades durante as aulas, como: usabilidade com *software*, adaptação com atividade, não compreensão das questões e cálculos. Observou-se também que a maioria dos alunos do nível médio da rede pública apresenta defasagens educacionais, visto que os relatos desses alunos estão escritos de forma inadequada com a língua portuguesa, o que dificultou a interpretação dos dados. Além da dificuldade com a escrita, eles apresentam defasagens em relação aos cálculos matemáticos, como regra de três simples. A dificuldade dos alunos com os cálculos também foi detectado na pesquisa com *software* educacional de MOURA e colaboradores (2012).

Outro problema dos alunos foi em relação a adaptação com atividades diferenciadas que utilizam novas ferramentas, visto que raramente eles utilizam recursos computacionais com finalidade educacionais, durante as aulas na escola. Nesta pesquisa foi verificado que no início da atividade proposta os alunos tiveram alguns problemas como, usabilidade do *software*, mas, no decorrer da aula conseguiram acompanhar a atividade. Esse problema também foi verificado na pesquisa de OLIVEIRA e colaboradores (2013), na qual se fez uso de *software* educacional de química.

Através do questionário respondido pela professora e futura professora, foi certificado que os recursos multimídias são poucos utilizados no trabalho docente, porém, ambas reconhecem as contribuições desses recursos no ensino, que são: promovem a motivação, a interação e visualização, favorecem a compreensão de conceitos e diversificam as aulas. Como mencionado pela licencianda e professora da educação básica os recursos multimídias também promovem a visualização de alguns conceitos de química, visto que essa é uma disciplina com muitos conteúdos microscópicos, abstratos e/ou de difícil entendimento. Esse benefício é reiterado por diversos pesquisadores, entre eles

JOHNSTONE (1993), que também afirma que por meio desses recursos é possível ter relações entre as representações macroscópicas, microscópica e simbólica da química.

A licencianda e a professora também indicaram dificuldades com relação ao uso dos recursos tecnológicos, tanto dos alunos como no andamento das aulas: usabilidade do *software*, adaptação dos alunos com as atividades de aulas diferenciadas, estilo do vídeo demonstração, conexão com Internet e tempo que é previamente programado para utilizar o computador na sala de informática. Nesse sentido, pode-se verificar que mesmo quando as aulas com recursos multimídias são planejadas adequadamente, no momento da aplicação podem ocorrer imprevistos como, a falta de conexão com a Internet. E caberá ao professor pensar em outra estratégia para dar continuidade na aula.

Por meio da parceria entre licencianda em química e pesquisadora, pôde-se incentivar a utilização de recursos multimídias como possibilidade de trabalho docente, visto que foi demonstrado o interesse da futura professora para elaboração e desenvolvimento de uma aula com recurso multimídia não planejada previamente pela pesquisadora. Tal aula, com denominação “Polaridade das Moléculas”, foi desenvolvida e aplicada junto com alunos da educação básica. Dessa forma, essa pesquisa também mostrou que mudanças nas grades curriculares do ensino superior, relacionadas ao uso de metodologias com recursos tecnológicos podem ser bem vistas pelos graduandos. Visto que a licencianda elaborou e ministrou aulas com recursos multimídias durante seu estágio.

Essa pesquisa apresenta possibilidades metodológicas para o ensino de química que fazem uso de recursos multimídias. A partir dos resultados verificou-se a contribuição de atividades multimídias para motivar alunos e professores para o ensino de química. Entretanto também foram apontadas algumas dificuldades dessas atividades. Outra importância desse trabalho está relacionado fato do mesmo apresentar a realidade da educação pública no nível

médio. Além disso, os dados apresentados nesse trabalho reiteram afirmações de outros pesquisadores da área de ensino de química relacionados tanto com as contribuições bem como as dificuldades dos recursos multimídias no ensino.

RERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E. M. Produção de um Recurso Audiovisual com Enfoque Ciência – Tecnologia – Sociedade como Instrumento Facilitador do Ensino Experimental de Ciências. Nilópolis, Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências- Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, 2010. Dissertação de mestrado, 86 p.

ANDRADE, A. F de. “Construindo um ambiente de aprendizagem a distância inspirado na concepção sociointeracionista de Vygostsky”. IN: Educação On-line. SILVA, Marco (org). São Paulo, Loyola, 2003. p.255-270.

ARDAC, D.; AKAYGUN, S. “Effectiveness of multimedia-based instruction that emphasizes molecular representations on students’ understanding of chemical change”. **Journal of Research in Science Teaching**, 41(4), 2004.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. “O vídeo educativo: aspectos da organização do ensino”. **Química Nova na Escola**, n.24, p.8-11, 2006.

ARRUDA, S.de M.; LABURÚ, C. E. “Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências”. IN: Questões Atuais no Ensino de Ciências. NARDI, R. São Paulo, Escrituras Editora, 2009. p. 59-66.

BAPTISTA, M. M. e SANTOS FILHO, P. F. “A evolução da linguagem química e o uso de animações no ensino – parte 1”. *Revista Brasileira de Ensino de Química*, v.6, n 1 / 2, 2011.

BARÃO, A. M. C. Ensino de Química em Ambientes Virtuais. Universidade Federal do Paraná, 2006. Disponível em:
<<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/1702-8.pdf>>.
Acesso em: 23 maio. 2015.

BARBOSA, I.B. “Metodologia para produção de material impresso para EaD”. Curso: Formação de Professores para Educação a Distância, 2005. Disponível em:< <http://www.ead.ufsc.br/ambiente/mod/resource/view.php?id=132>>. Acesso em: jan. 2015

BARBOZA, L. C. GIORDAN, M. “Um ambiente virtual de aprendizagem para formação de professores”. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em:
<http://www.lapeq.fe.usp.br/textos/fp/fppdf/barboza_giordan-eneq-2010.pdf>.
Acesso em: fev. 2015.

BARDIN, L. Análise de conteúdo. São Paulo, edições 70, 2011. p.278

BARNEA, N.; DORI, Y. J. “Computerized molecular modeling as a tool to improve chemistry teaching”. *Journal of Chemical Information and Computer Sciences*, **36**, 1996.

BELL, P.; LIN, M. “Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE, International”. *Journal of Science Education*, **22**, 2000.

BENITE, A. M. C.; BENITE, C. R. M. “O computador no ensino de química: impressões versus realidade. Em foco as escolas da Baixada Fluminense”. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v.10, n. 2, 2008.

BOGDAN, R.C.; BILKLEN, S. K. *Investigação Qualitativa em Educação: uma introdução à teoria e aos métodos*. Tradução Maria João Alvarez. Portugal, Porto Editora, 1994.p.355

BORGES, C. D., COSTA, D. C., REIS, A. R., MESQUITA, N. SOARES, M. H. F. B. “Uso das tecnologias da informação e comunicação para produção de histórias em quadrinhos no contexto da formação de professores de Química”. XV Encontro Nacional de Ensino Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0432-1.pdf>>. Acesso em fev. 2105.

BRASIL, Parâmetros curriculares nacionais do Ensino Médio. Ministério da Educação e Desporto. Secretária de Educação Fundamental, Brasília, 2000. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>>. Acesso em: 10 jun. 2014.

BUENO, L.; MOREIRA, K. de C.; SOARES, M.; DANTAS, D. J.; WIEZZEL, A. C. S.; TEXEIRA, M. F. S. “O ensino de química por meio de atividades experimentais: a realidade do ensino nas escolas”. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2008. Disponível em: <<file:///C:/Users/Thales/Downloads/T4.pdf>>. Acesso em: 5 fev. 2015.

CAETANO, S. V. N.; FALKEMBACK, G. A. M. “YouTube: uma opção para uso do vídeo na EAD”. IX Ciclo de palestras sobre novas tecnologias na educação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre-PR Disponível em: <<http://www.cinted.ufrgs.br/ciclo9/artigos/3aSaulo.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2015.

CASINI, M.; PRATTICHIZZO, D.; VICINO, A. “E-learning by remote laboratories: a new tool for control education preprints”. 6th IFAC Symposium on Advances in Control Education, Oulu, Finland, 2003. Disponível em: <<http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.412.9703&rep=rep1&type=pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015

CHAVES, E.O.C. Multimídia – Conceito, Aplicação e Tecnologia. Campinas, People Computação, 1991. p.327.

CLARK, J. M.; PAIVO, A. “Dual coding theory and education”. Educational Psychology Review, **3**, p. 149-210, 1991.

COUTO, H.H.O.M. “Vídeo@Juventudes.br Um Estudo Sobre Vídeo Compartilhado por Jovens na Internet”. Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação - Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, 2008. Dissertação de Mestrado, 186 p.

DALLACOSTA, A. “Possibilidade educacionais do uso de vídeos anotados no Youtube”. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <<http://www.ensino.eb.br/portaledu/conteudo/artigo9513.pdf>>. Acesso em: 27 jun. 2014

DALLACOSTA, A.; FERNANDES, A. M.R.; BASTOS, R.C. “Desenvolvimento de um software educacional para o ensino de química relativo à tabela periódica”. IV Congresso RIBIE, Brasília 1998. Disponível em: <<http://www.url.edu.gt/sitios/tice/docs/trabalhos/160.pdf>>. Acesso em: 24 jun. 2014.

EICHLER, M. L; DEL PINO, J.C. “Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica”. Revista Química Nova, v.23, n.6, 2000.

FERREIRA, V. F. “As tecnologias interativas no ensino”. Revista Química Nova, v.21, n.6, 1998.

FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. “Visualizações no ensino de química: concepções de professores em formação inicial”. Revista Química Nova na Escola, v.35, n.3, 2013.

FERRÈS, J. Vídeo e Educação. 2ª ed. Trad. J.A. Llorens. Porto Alegre, Artes Médica, 1996.

FILHO, S. M. da S.; BENITE, C. R. M.; BENITE, A. M. “Elaboração de um hipertexto para o ensino de modelos atômicos: uma estratégia para o ensino de química”. 33ª Reunião da Sociedade Brasileira de Química (SBQ). Águas de Lindóia –SP, 2010. Disponível em: <<http://sec.s bq.org.br/cdrom/33ra/resumos/T0318-1.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2015.

FORTE, C.; SANTIN, R.; OLIVEIRA, F.; KIRNER, C. “Implementação de laboratórios virtuais em realidade aumentada para educação à distância”. X Workshop de Realidade Virtual e Aumentada (X WVRA). Bauru – SP, 2008. Disponível em: <http://www2.fc.unesp.br/wvra/artigos/50464.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2015.

FREITAS, J. M. de A.; DUDU, R. E. S.; SILVA, G. N. “Softwares educacionais para futuros professores de química”. Revista Tecnologias na Educação, ano 3, n. 2, 2011.

FUSARI, J. C. Formação contínua de educadores: um estudo de representações de coordenadores pedagógicos da Secretária de Educação de São Paulo (SMESP). São Paulo, Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP), 1998. Tese de Doutorado em Educação.

GABEL, D.; SHERWOOD, R. “The effect of student manipulation of molecular models on chemistry achievement according to Piagetian level”. Journal of Science Teaching, 17(1), 1980.

GIL, A. C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. 6. Ed. São Paulo, Editora Atlas S.A., 2008.p.200.

GIORDAN, M. “O papel da experimentação no ensino das ciências”. Revista Química Nova na Escola, n. 10, 1999. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc10/pesquisa.pdf>>. Acesso em: 23 maio. 2015.

GIORDAN, M. “A internet vai à escola: domínio e apropriação de ferramentas culturais”. Educação e Pesquisa, São Paulo, v.31, n.1, 2005.

GIORDAN, M. Computadores e Linguagens nas Aulas de Ciências: Uma Perspectiva Sociocultural para Compreender a Construção de Significado. 1a ed. Ijuí, Ed. Unijuí,2008. p. 328.

GLADCHEFF, A. P.; SANCHES, R.; SILVA, D. M. “Um instrumento de avaliação da qualidade de software educacional: como elaborá-lo”. Anais do VIII Workshop de Qualidade de Software, Rio de Janeiro-RJ, 2001, n.11, p.100-113.

GOMES, A. F. S.; GUIMARÃES, M. “Educação ambiental no contexto escolar: questões levantadas no GDP”. Pesquisa em Educação Ambiental, 2(1),2007.

HEIDRICH, D. N. Construção e Avaliação de Hipermídia Educacional Sobre Tópicos de Carboidratos. Florianópolis, Programa de Pós-Graduação em Educação Científica e Tecnológica. Centro de Ciências Físicas e Matemática, Centro de Ciência da Educação, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina, 2009. Tese de Doutorado, 269 p.

HELKLER, V.; SARAIVA, M. F. O.; FILHO, K. S. O. “Uso dos simuladores, imagens e animações como ferramentas auxiliares no ensino-aprendizagem de óptica”. Revista Brasileira do Ensino de Física, v.9, nº2, 2007.

IVES, B.; JARVENPAA, S. L. “Will the Internet revolutionize business education and research?”. Sloan Management Review, 1996, p. 33-44.

JESUS, W. S.; LIMA, J.P. M.; OLIVEIRA, T. B. “Ferramentas computacionais para o ensino de química: necessidade, contribuições e articulação teórico-prática”. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). Salvador - BA, 2012. Disponível em: < <http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R0409-1.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

JOHNSTONES, A. H. “The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand”. Journal of Chemical Education, v.9, n.70, 1993.

JIMÉNEZ, P. M.; PEDRAJAS, A. P.; POLO, J.Y.; BELLIDO, M. S. C. “Learning in chemistry with virtual laboratorios”. Journal Of Chemical Education, V.80, N°3, 2003.

JÚNIOR, L.U.; CANDOTTI, C.T. “Desenvolvimento de materiais multimídia para EaD”. X Salão de Iniciação Científica. PUC- RS, 2009. Disponível em: < http://www.pucrs.br/edipucrs/XSalaoIC/Ciencias_Exatas_e_da_Terra/Ciencia_da_Computacao/71112-LEO_UTTEICH_JUNIOR.pdf>. Acesso em: nov. 2014.

KENSKY, V. M. Tecnologia e Ensino Presencial e a Distância. 2 Ed. São Paulo, Ed. Papiros, 2003. p.157 .

KISER, L. “Interaction spatial visualization with computer enhanced and traditional presentations of linear absolute value inequalities”. *Journal of Computers in Mathematics and Science Teaching*, **10**, 1990.

LIMA, M. A.; VARELO, M. F. F.; NASCIMENTO, A.Q. “O uso de simuladores virtuais para o ensino de química”. VII Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação. Palmas- TO, 2012. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/cbq/2013/trabalhos/6/3249-16691.html>>. Acesso em: 9 fev.2015.

LIBERTO, N. A., SILVA, L. P. C. “Utilização da informática no ensino de química”. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0718-1.pdf>>. Acesso em: 8 fev. 2015.

LIMA, R. N.; MENEZES, L. A. R.; LIMA, J. P. M. “Ferramentas computacionais para o ensino de química: qual a importância da disciplina na formação dos professores?”. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). Salvador - BA, 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7997/5882>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

LINHARES, R.N. “Vídeo na educação escolar: A experiência do vídeo escola em Aracajú”. *Revista Médios y Educacion*, v.12, n.12, 1999.

LOPES, A. C.; BURATTO, A. P.; SILVA, E. F. “Aplicação de software como ferramenta de apoio no ensino de química”. III Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa - PR, 2012. Disponível em: <<file:///C:/Users/Thales/Downloads/01340324466.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária, 1986.p.99.

MACEDO, J.; MIRANDA, F. C., AIRES, J. A.; GUIMARÃES, O. M. “A TV –Multimídia como recurso para dinamizar o ensino de química”. I Congresso Paranaense de Educação em Química (I CPEQUI). Londrina – PR, 2009. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/cpequi/Paineispagina/18184146420090614.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

MAIA, C.; MATTAR, J. *ABC da EaD*. 1ºed. São Paulo: Pearson Pretice, 2007

MAGALHÃES, M. B. H.; RIBEIRO, R. A. L.; SCHENKEL, C. A. “Educação a distância: um avanço no sistema educacional”. Universidade Federal do Triângulo Mineiro, 2010. Disponível em: <http://www.uftm.edu.br/upload/ensino/ARTIGO_MAIDA_ET_AL.pdf>. Acesso em: 27 de jun.2014.

MALDANER, O. A. “A formação inicial e continuada de professores de química: professores/pesquisadores”. 2.ed., Ijuí, Ed. Unijuí, 2003.p.424.

MARANGONI, R.; MAIA, R. “Ambiente interativo de aprendizagem: módulo de áudio-conferência e vídeo-aula para o Moodle”. Workshop em Informática na Educação (sbie). XVIII Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE) Mackenzie. 2007. Disponível em: <<http://www.brie.org/pub/index.php/sbie/article/view/662/648>>. Acesso em: nov. 2014.

MASETTO, M. T. Mediação Pedagógica e o uso da tecnologia. IN: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. 6 ed. São Paulo: Papirus, 2003. p.173.

MATOS, M; MORAIS, A. M. “Trabalho experimental na aula de ciências físicoquímica do 3ºciclo do ensino básico teorias e práticas dos professores”. Revista de educação, XII (2), 7593, 2004.

MAYER, R. E.; MORENO, R. “A split-attention effect in multimedia learning: evidence for dual processing systems in working memory”. Journal of Educational Psychology, 90(2), 1998, p. 312-320.

MEDEIROS, M. de A. “A informática no ensino de química: análise de um software para o ensino de Tabela Periódica”. XIV Encontro Nacional de Ensino de Química (XIV ENEQ). Curitiba – PR, 2008. Disponível em: <<http://www.quimica.ufpr.br/eduquim/eneq2008/resumos/R0749-2.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

MELEIRO, A.; GIORDAN, M. “Hipermissão no ensino de modelos atômicos”. Química Nova na Escola, n.10,1999. Disponível em: <<http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc10/eqm.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

MELO, E. S. N.; MELO, J. R. F. “Software de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente”. ETD – Educação Temática Digital, Campinas, v.6, n.2, 2005.

MENEZES, L.C. Formar professores: tarefa da universidade. IN: CATANI, D.B. (org). Universidade, escola e formação de professores. São Paulo: Brasiliense, 1986.p. 115-125.

MERCADO, L. P. L.; FREITAS, M. A. da S. “Avaliação de Materiais Didáticos para educação online dos cursos da UAB: perspectiva analítica e reconstrutiva”. Revista e- Curriculum (PUCSP), v.11, p.537-553, 2013. Disponível em: <http://aforges.org/conferencia2/docs_documentos/Paralela_8/Mercado_Luis%20et%20Freitas%20%28UAB-BR%29.pdf>. Acesso em: nov. 2014.

MORAIS, C. S. L. ““+ Química Digital” Recursos Digitais no Ensino da Química: Uma Experiência no 7º Ano de Escolaridade”. Faculdade de Ciências, Universidade do Porto, 2006. Dissertação de Mestrado, 292 p.

MORAN, J.M. O vídeo na sala de aula. Revista Comunicação e Educação, nº2, São Paulo. Ed. Moderna, 1994.p 27-35.

MORAN, J. “Novas tecnologias e o reencantamento do mundo”. Revista Tecnologia Educacional, v.23, n.126, 1995.

MORAN, J. M. Ensino e aprendizagem inovadores com tecnologias auditivas e temáticas. In: MORAN, J. M.; MASETTO, M. T.; BEHRENS, M. A. As Novas Tecnologias e Mediação Pedagógica. 6 ed. São Paulo: Papirus, 2003. p. 173.

MORAN, J. M. Desafio na Comunicação Pessoal. 3 ed. São Paulo: Paulinas, 2007.p.192

MORIN, E. Os sete saberes necessários. Trad. C.E.F. da Silva. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1995.

MOREIRA, B. G.; AZEVEDO, F. M.; GARCIA, F. L. S. “Ambiente virtual de aprendizagem multimídia por streaming e realidade virtual”. Hífen, 32, 62. Uruguaiana, 2008.

MORETTI, V. de A. “Utilização de Recursos de Multimídia no Ensino de Química do Nível Médio”. Campinas, Instituto de Química – Universidade Estadual de Campinas, 2007. Dissertação de Mestrado, 135 p.

MOURA, P. H. B.; SERRÃO, C. R. G.; FERREIRA, R. L. da S.; MOYSÉS, D. de A.; SILVA, M. D. de B. “Aplicação de softwares educacionais em química: um estudo de caso em uma turma do ensino médio em uma escola estadual da cidade de Belém-PA”. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ). XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). Salvador - BA, 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7998/5883>>. Acesso em: fev. 2015.

MYNAIO, M. C. S. “Trabalho de campo: contexto de observação, interação e descoberta”. IN: Pesquisa Social: Teoria, Método e Criatividade. MYNAIO, M. C. S. 30. Ed. Petrópolis – RJ, Vozes, 2011.p.61-77.

NEVADO, R. A. “Ambientes Virtuais de Aprendizagem: do “ensino na rede” à “aprendizagem em rede””. Revista Informática na Educação: teoria e prática. V. 2, n. 2, p.1-11, 1999.

OLIVEIRA, D. S. “O uso do vídeo em EaD: desafios no processo de ensino aprendizagem”. Revista Cesuca Virtual: Conhecimento sem fronteira, v.1, n.1, 2013.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, F. N.; SILVA, J. T.; VASCONCELOS, E. A. “Software de simulação no ensino de atomística: experiências computacionais para evidenciar”. Revista Química Nova na Escola, v.35, n.3, 2013.

PAIM, P.G. “A História da Borracha a Amazônia e a Química Orgânica: Produção de um Vídeo Didático-Educativo para o Ensino Médio”. Brasília, Mestrado em Ensino de Ciências, Instituto de Química, Universidade de Brasília,2006. Dissertação de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências, 129 p.

PAIVIO, A. Mental Representations: A Dual-Coding Approach. New York, USA: Oxford Unit Press, 1986.

PAIVA, J. As tecnologias de informação e comunicação: utilização pelos professores. Ministério da Educação. Departamento de Avaliação Perspectiva e Planejamento, Lisboa, 2002. Disponível em: <<http://nautilus.fis.uc.pt/cec/estudo/dados/comp.pdf>>. Acesso em: fev. 2015.

PRIMO, A. “Interação mútua e interação reativa: uma proposta de estudo”. Revista Fameco, n. 12, p. 81-92, 2000. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/limc/PDFs/int_mutua_reativa.pdf>. Acesso em: 23 mai. 2015.

RAMOS, J. L. “A escola que aprende: um estudo múltiplo de casos no domínio da integração das TIC na escola”. Atas da I Conferência Internacional Challenges, 1999. p.275-286.

RIBEIRO, W. H. F.; MELO, M. F.; MONTEIRO, S. H. de L. “Aplicação de um software educativo para o ensino de química orgânica no 3º ano de uma escola de ensino médio em Mucambo-CE”. X Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R0957-2.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

RIBEIRO, A. A.; GRECA, I. M. “Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada”. Revista Química Nova, v.26, n.4, 2003.

ROCHA, E. F.; MELLO, I. C. “Equimídi@: uma proposta para o ensino de equilíbrio químico”. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI). Salvador - BA, 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/8000/5228>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

ROCHA, T. A. S.; MENDES, J. A. de L.; BINSFELD, S. C. “Utilização de hipermídia e experimentos virtuais no ensino de química na visão de licenciandos da área”. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). Salvador - BA, 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7988/5876>>. Acesso em: 12 fev. 2015.

ROSA, P.R. da S. “O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências”. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.17, n.1, 2000.

ROSINKE, P. “Tecnologias enquanto ferramentas no processo ensino-aprendizagem em Química – um dos enfoques evidenciados na relação entre ciências e tecnologias (CT)”. XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R0905-1.pdf>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

RUSSEL, J.; KOZMAR, R. “4M: Chem-multimedia and mental models in chemistry”. Journal of Chemical Education, **71**, 1994.

SANGER, M. J. Using Particulate Drawings to Determine and Improve Students' conceptions of pure substances and mixtures. *Journal of Chemical Education*, 77(6), 2000.

SANTANA, J. C., MEDEIROS, Q. "A utilização do uso de novas tecnologias no ensino de ciências". Seminário Nacional de Educação Profissional e Tecnológica. Belo Horizonte –MG, 2008. Disponível em: <http://www.senept.cefetmg.br/galerias/Arquivos_senept/anais/terca_temal/TerxaTemalArtigo14.pdf>. Acesso em: 11 fev. 2015.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; FILHO, J. C. da S. "Software educativo livres para o ensino de química: análise e categorização. Experimentação mediante vídeos: possibilidade e limitações para a aplicação em aulas de química". XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0981-1.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2015.

SANTOS, F. M. T.; GRECA, I. M. "Promovendo aprendizagem de conceitos e de representações pictóricas em química com uma ferramenta de simulação computacional". *Revista Eletrónica de Enseñanza de las Ciencias*, Vol. 4, Nº 1, 2005.

SANTOS, R. I.; SANTOS, S. P.; NERES, M. de S.; OLIVEIRA, A. C. G.; JUNIOR, W. E. F. "Experimentação mediante vídeos: possibilidade e limitações para a aplicação em aulas de química". XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília - DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0641-2.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2015.

SEDDON, G. M.; MOORE, R. G. "An unexpected effect in the use of models for teaching the visualization of rotation in structures". *European Journal of Science Education*, **8**, 1986.

SEDDON, G. M. SHUBBER, K. E. "The effects of color in teaching the visualization of rotation I diagrams of three dimensional structures". *British Educational Research Journal*, **11**, 1985.

SILVA, A.M.; FERNANDES, L. S.; LANA, R. D.; BRASIL, R. M.; SOLNER, T.B. "O Uso de software no ensino de química para alunos de terceiro ano do ensino médio". Disponível em: <<http://www.unifra.br/eventos/seminariopibid2012/Trabalhos/3868.pdf>>. Acesso em: 19 Jun. 2014.

SILVA, C.R.de O. Bases Pedagógicas e Ergonômicas para Concepção e Avaliação de Produtos Educacionais Informatizados. Florianópolis-SC, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Tese de Mestrado. 122p.

SILVA, C. X. RECENA, M. C. “Desenvolvimento de animação interativa para a aprendizagem significativa sobre pH”. Divisão de Ensino de Química da Sociedade Brasileira de Química (ED/SBQ). XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ). Brasília – DF, 2010. Disponível em: <<http://www.xvneq2010.unb.br/resumos/R1080-1.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2015.

SILVA, L. O. P.; ALVES, B. H. P.; SANTOS, V. F.; SOUZA, M. M. M. “Memória orgânica: software criado para o ensino de química orgânica”. XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X Eduqui). Salvador - BA, 2012. Disponível em: <<http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7991/5878>>. Acesso em: 10 fev. 2015.

SILVA, L.S. da. “Gutenberg: ferramenta hipermídia para aplicações educacionais”. Anais 5º Simpósio Brasileiro de Informática na Educação. Porto Alegre - RS, Instituto de Informática/PUCRS, 1994.

SILVA, R. X. da S.; BARRETO, L. P. “Desenvolvimento de um laboratório virtual para o ensino de física em cursos de engenharia através do Physlets”. XXXIX Congresso Brasileiro de Educação em Engenharia (COBENGE). Blumenau-SC, 2011. Disponível em: <<http://www.abenge.org.br/CobengeAnteriores/2011/sexoestec/art1823.pdf>>. Acesso em: 11 fev. 2015.

SOUZA, M. P.; SANTOS, N.; MERÇON, F.; RAPELLO, C. N.; AYRES, A. C. S. “Desenvolvimento e aplicação de um software como ferramenta motivadora no processo ensino-aprendizagem de química”. XV Simpósio Brasileiro de Informática na Educação – SBIE-UFAM, 2004. Disponível em: <<http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/350/336>>. Acesso em: 9 fev. 2015.

SOUZA, M.P.; MERÇON, F.; SANTOS, N.; RAPELLO, C. N.; AYRES, C.S. “Titulando 2004: um software para o ensino química”. Revista Química Nova na Escola, n.22, 2005. Disponível em: <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc22/a07.pdf>>. Acesso em: nov. 2014.

SOUZA, M. P.; MERÇON, F. “A utilização de recursos computacionais em química no ensino da tabela periódica”. IX Simpósio educação e sociedade contemporânea: desafios e propostas. A escola e seus sentidos. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2014. Disponível em: <http://www.cap.uerj.br/site/images/trabalhos_espacos_de_dialogos/5-Souza_e_Mercon.pdf>. Acesso em: 9 fev. 2015.

TUCKEY, H.; SELVARATNAM, M.; BRADLEY, J. “Identification and rectification of student difficulties concerning three-dimensional structures, rotation and reflection”. *Journal of Chemical Education*, 68(6), 1991.

VALENTE, J. A. Diferentes Usos do Computador na Educação. In: *Computadores e Conhecimento: repensando a educação*. Gráfica Central da UNICAMP, 1993.p.1-23.

VALENTE, J.A. Por quê o computador na educação?. In: _____. *Computadores e conhecimento: repensando a educação*. Campinas: Gráfica Central da UNICAMP, 1993.p.24-44.

VIEIRA, E. Aulas Prática Virtuais como Instrumento de Aprendizagem no Ensino de Química. Volta Redonda, Pro-Reitoria de Pós-Graduação, Pesquisa e Extensão – Fundação Oswaldo Aranha, Centro Universitário de Volta Redonda, 2011. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino em Ciência da Saúde e do Meio Ambiente, 89 p.

VIEIRA, E; MEIRELLES, ROSANE, M.S.; RODRIGUES, D.C.G.A. “O Uso de tecnologia no ensino de química: a experiência do laboratório virtual química fácil”. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências e I Congresso Iberoamericano de Investigación em Enseñanza de las Ciencia, 2001. Disponível em: < <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiienpec/resumos/R0468-1.pdf> >. Acesso em: 19 jun. 2014.

WILEY, S.E. “Computer graphics and the development of visual perceptions in engineering graphics curricula”. *Engineering Design Graphics Journal*, 54(3), 1990.

WILLIAMSON, V. M.; ABRAHAM, M. R. “The effects of computer animation on the particulate mental models of college chemistry students”. *Journal of Research in Science Teaching*, **32**, 1995.

WU, H. KRAJCIK, J. S.; SOLOWAY, J. “Promoting understanding of chemical representations: students’ use of visualization tool in the classroom”. *Journal of Research in Science Teaching*, 38(7), 2001.

ANEXO A – TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA UTILIZAÇÃO DO SOFTWARE “VIRTUAL CHEMLAB”

PEARSON

ALWAYS LEARNING

AUTORIZAÇÃO

Declaramos para os devidos fins, que a Pearson Education do Brasil com sede e domicílio à Av. Santa Marina, 1193 – Água Branca – CEP 05036-001, em São Paulo, capital, inscrita no CNPJ 01.404.158/0001-90 e Inscrição Estadual 114.818.410-11, autoriza a aluna Thais Moreno Prioli, mestranda do Programa de Pós Graduação em Química da Universidade Federal de São Carlos (PPGQ – UFSCAR) a utilizar o Virtual Lab de Química para fins acadêmicos.

São Paulo, 22 de Junho de 2015.



PEARSON EDUCATION DO BRASIL LTDA

Fernanda Tonon

ANEXO B – REPORTAGEM DA PALESTRA REALIZADA NA UFFS – REALEZA-PR



The image is a screenshot of the UFFS (Universidade Federal da Fronteira Sul) website. At the top, there is a green navigation bar with the text "Acesso à Informação" and "BRASIL". Below this is a banner image showing a person speaking into a microphone. The UFFS logo and name are visible in the top right corner of the banner.

Below the banner is a horizontal menu with the following items: "Acesso rápido" (with a dropdown arrow), "Estude na UFFS", "Graduação", "Pós-Graduação", "Pesquisa", "Extensão", "Contatos", and "Imprensa". To the right of this menu is a search box labeled "Pesquisar no site...".

The main content area features a green sidebar on the left with the UFFS logo and a list of links: "A UFFS", "Reitoria", "Pró-reitorias", "Campi" (with sub-links for "Chapecó (Sede)", "Cerro Largo", "Erechim", "Laranjeiras do Sul", "Realeza", "Passo Fundo"), "Comitês e Conselhos", "Auditoria Interna", "Comissões", and "Biblioteca".

The main article is titled "Curso de Química da UFFS – Campus Realeza promove palestra sobre tecnologia no ensino". It is dated "Qui, 24 de Outubro de 2013". The article text reads: "O uso de ferramentas tecnológicas para o [ensino de química](#) foi tema de palestra promovida pelo [curso de Química](#), da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS) – Campus Realeza, na noite dessa quarta-feira (23). O tema foi abordado pela mestranda nessa área Thais Moreno Prioli (UFSCAR). Na [palestra](#) foi apresentado [um software](#) que simula um laboratório virtual de química, em que podem ser realizados diversos experimentos. A animação mostra mesas, equipamentos e substâncias armazenadas. As funções permitem que o aluno escolha uma experiência dentre as que já estão prontas ou crie a sua própria. A ferramenta tecnológica pode ser usada a partir das séries finais do ensino fundamental, no ensino médio, profissionalizante e na educação de jovens e adultos."

There are two small images: one showing a person presenting at a podium and another showing an audience seated in a lecture hall.

On the right side of the article, there is a green vertical menu with the following items: "Apresentação", "Servidores", "Conselhos", "Ensino", "Pesquisa", "Extensão", "Documentos e Legislação", "Agenda", and "Notícias". Below this menu are social media icons for "facebook" and "twitter". At the bottom right, there is a yellow speech bubble icon with a green "i" inside, labeled "Acesso à" (partially visible).

APÊNDICE A - Questionário para os alunos sobre a aula “Combustão do etanol e do octano”

Q1) Entre os dois combustíveis qual deles é mais barato considerando a mesma produção de energia?

Q2) A atividade desenvolvida na sala de informática com a ajuda de um *software* contribuiu para o entendimento dos conceitos?

Q3) Achou a atividade interessante?

Q4) Você sentiu alguma dificuldade na atividade? Devemos ressaltar que os alunos não foram obrigados a responder as questões.

APÊNCIDE B - Questionário para professora(s) e para licencianda sobre a aula “Combustão do etanol e do octano”

Q1) Em suas aulas, com que frequência você leva os para a sala de informática da escola? Quando a sala de informática é utilizada, qual(is) o(s) tipo(s) de atividade(s) que são desenvolvidas (vídeo, pesquisa, simulação...)?

Q2) Em suas aulas, com que frequência você utiliza *software* educacionais?

Q3) Acredita que seja importante atividades com utilização de computadores e *software* nas aulas de química? Por quê?

Q4) A atividade desenvolvida “Combustão do octano e etanol” deixou os alunos mais interessados pelo conteúdo?

Q5) Quais foram as dificuldades encontradas no planejamento e no decorrer da atividade?

Q6) Quais foram as vantagens e desvantagens?

Q7) O que pode ser melhorado?

APÊNDICE C - Questionário para os alunos sobre a aula “Polaridade das Moléculas”

Q1) Quais moléculas visualizadas são polares?

Q2) Quais moléculas visualizadas são apolares?

Q3) A visualização das moléculas contribuiu para aprendizagem dos conceitos?
Por quê?

Q4) O que acho mais interessante na aula?

APÊNCIDE D - Questionário para professora(s) e para licencianda sobre a aula “Polaridade das Moléculas”

Q1) Nas aulas preparadas, com que frequência utilizou os recursos visuais? E recursos tecnológicos?

Q2) Em sua formação teve alguma disciplina que utilizou simulações computacionais ou modelos virtuais de moléculas?

Q3) Acredita que seja importante atividades com utilização de recursos tecnológicos e de visualização nas aulas de química? Por quê?

Q4) A atividade desenvolvida “Polaridade das Moléculas” deixou os alunos mais interessados pelo conteúdo?

Q5) Quais foram as dificuldades encontradas no decorrer da atividade?

Q6) Quais foram as vantagens e desvantagens?

Q7) O que pode ser melhorado?

Q8) Outros comentários sobre a atividade.