

TURNO:	<b>NOTURNO</b>	VERSÃO:	1	ANO / SEMESTRE:	2015.1	Nº	
--------	----------------	---------	---	-----------------	--------	----	--

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS  
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO  
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO — BACHARELADO  
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

### PROPOSTA PARA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**TÍTULO:** VISEDU – QUÍMICA: VISUALIZADOR DE MATERIAL EDUCACIONAL, MÓDULO DE QUÍMICA

**ÁREA:** Computação Gráfica

**Palavras-chave:** Educação. Química. WebGL. HTML5.

## 1 IDENTIFICAÇÃO

### 1.1 ALUNO

Nome: <b>Arthur Henrique Eggert</b>		Código/matricula: <b>162766</b>	
Endereço residencial:			
Rua: <b>Rua Presidente Costa e Silva</b>		nº: <b>718</b>	Complemento: <b>casa</b>
Bairro: <b>Texto Rega</b>	CEP: <b>89107-000</b>	Cidade: <b>Pomerode</b>	UF: <b>SC</b>
Telefone fixo: <b>(47) 3387-4011</b>		Celular: <b>(47) 9949-7021</b>	
Endereço comercial:			
Empresa: <b>Betalike Soluções LTDA.</b>			
Rua: <b>Presidente Getúlio Vargas</b>		nº: <b>196</b>	Bairro: <b>Centro</b>
CEP: <b>89010-140</b>	Cidade: <b>Blumenau</b>	UF: <b>SC</b>	Telefone: <b>(47) 3035-6915</b>
E-Mail FURB: <a href="mailto:aheggert@inf.furb.br">aheggert@inf.furb.br</a>		E-Mail alternativo: <b>arthur@betalike.com.br</b>	

### 1.2 ORIENTADOR

Nome: <b>Dalton Solano dos Reis</b>	
E-Mail FURB: <b>dalton@furb.br</b>	E-Mail alternativo: <b>dalton.reis@gmail.com</b>

## **2 DECLARAÇÕES**

### **2.1 DECLARAÇÃO DO ALUNO**

Declaro que estou ciente do Regulamento do Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação e que a proposta em anexo, a qual concordo, foi por mim rubricada em todas as páginas. Ainda me comprometo pela obtenção de quaisquer recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho, caso esses recursos não sejam disponibilizados pela Universidade Regional de Blumenau (FURB).

Assinatura: \_\_\_\_\_ Local/data: \_\_\_\_\_

### **2.2 DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR**

Declaro que estou ciente do Regulamento do Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação e que a proposta em anexo, a qual concordo, foi por mim rubricada em todas as páginas. Ainda me comprometo a orientar o aluno da melhor forma possível de acordo com o plano de trabalho explícito nessa proposta.

Assinatura: \_\_\_\_\_ Local/data: \_\_\_\_\_

### 3 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

#### 3.1 AVALIAÇÃO DO(A) ORIENTADOR(A)

Acadêmico(a): Arthur Henrique Eggert

Orientador(a): Dalton Solano dos Reis

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS TÉCNICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.</li> </ul> <p><b>PARECER:</b> ( ) APROVADA ( ) NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

## CONSIDERAÇÕES DO(A) ORIENTADOR(A):

Caso o(a) orientador(a) tenha assinalado em sua avaliação algum item como “atende parcialmente”, devem ser relatos os problemas/melhorias a serem efetuadas.

Na segunda versão, caso as alterações sugeridas pelos avaliadores não sejam efetuadas, deve-se incluir uma justificativa.

This image shows a full page of white paper with horizontal blue or grey ruling lines. The lines are evenly spaced and run across the width of the page, typical of notebook paper. There are no margins, text, or other markings on the page.

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

### 3.2 AVALIAÇÃO/HOMOLOGAÇÃO DO COORDENADOR DE TCC

Acadêmico(a): Arthur Henrique Eggert

Avaliador(a): Maurício Capobianco Lopes

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS TÉCNICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.</li> </ul> <p><b>PARECER:</b> ( ) APROVADA ( ) NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

### 3.3 AVALIAÇÃO DO PROFESSOR DA DISCIPLINA DE TCCI

Acadêmico(a): Arthur Henrique Eggert

Avaliador(a): Roberto Heinzle

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
PONTUALIDADE NA ENTREGA			atraso de _____ dias	
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS TÉCNICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.</li> </ul> <p><b>PARECER:</b> ( ) APROVADA ( ) NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a): \_\_\_\_\_

Local/data: \_\_\_\_\_

### 3.4 AVALIAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A) ESPECIALISTA NA ÁREA

Acadêmico(a): Arthur Henrique Eggert

Avaliador(a):

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE;</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS TÉCNICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou</li> <li>pelo menos <b>4 (quatro)</b> itens dos <b>ASPECTOS METODOLÓGICOS</b> tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE.</li> </ul> <p><b>PARECER:</b> ( ) APROVADA ( ) NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

**UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS**  
**CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO**

**VISEDU – QUÍMICA: VISUALIZADOR DE MATERIAL**  
**EDUCACIONAL, MÓDULO DE QUÍMICA**

**ARTHUR HENRIQUE EGGERT**

**BLUMENAU**  
**2015**



**ARTHUR HENRIQUE EGGERT**

**VISEDU – QUÍMICA: VISUALIZADOR DE MATERIAL  
EDUCACIONAL, MÓDULO DE QUÍMICA**

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso  
submetida à Universidade Regional de  
Blumenau para a obtenção dos créditos na  
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I  
do curso de Ciência da Computação —  
Bacharelado.

Prof. Dalton Solano dos Reis - Orientador

**BLUMENAU  
2015**

## 1 INTRODUÇÃO

Atualmente a humanidade vive em processo acelerado de modificações e rupturas, que se reflete em todos os setores da sociedade. Assim sendo a educação e a informação assumem papel significativo neste processo (CARVALHO, 1997). Segundo Silva (2011) das disciplinas ministradas tanto no ensino fundamental como no ensino médio, a Química é citada pelos alunos como uma das mais difíceis e complicadas de se estudar, e que sua dificuldade aumenta por conta de ser abstrata e complexa.

Percebe-se que os alunos muitas vezes não conseguem aprender, por falharem em associar o conteúdo estudado com seu cotidiano, tornando-se desinteressados pelo tema (NUNES; ADORNI, 2010). No entanto, nem sempre o professor está preparado para atuar de forma interdisciplinar, relacionando o conteúdo com a realidade dos alunos (LOBATO, 2007).

O uso da informática por professores e alunos ajuda a disseminar oportunidades e estimula-os em extrair e aproveitar o máximo de seus talentos naturais, desenvolvendo a consciência histórica, compreendida enquanto domínio progressivo e científico (VINCINGUERA, 2002). Com a expansão da Internet em escala mundial, passou-se a analisar o potencial de seus recursos para o enriquecimento das técnicas educacionais conhecidas até o momento (BAPTISTA, 2004).

Podemos citar como principais facilitadores de acesso à internet os navegadores, que devido sua evolução nos últimos quinze anos, rodam em diversos tipos de *hardware*, de computadores a celulares e *tablets*. Os documentos geralmente são escritos utilizando *Hyper Text Markup Language* (HTML), o que permite incorporar links para outros documentos ou para lugares diferentes do mesmo documento (GROSSKURTH; GODFREY, 2006).

Mais recentemente observa-se que os navegadores também permitem visualizar representações em 3D utilizando recursos gráficos através da *Application Programming Interface* (API) WebGL (KRAUSS, 2013). Em particular usando o *Hypertext Markup Language*, versão cinco (HTML5), que pode ser considerado o mais recente padrão para HTML. Trata-se de uma cooperação entre o *World Wide Web Consortium* (W3C) e a *Web Hypertext Application Technology Working Group* (WHATWG). Foi especialmente concebido para proporcionar um conteúdo rico, sem a necessidade de *plug-ins* adicionais. A versão atual oferece desde animações para gráficos, músicas para filmes, e também pode ser usado para construir aplicações web. Os principais navegadores (Chrome, Firefox, Internet Explorer, Safari e Opera) suportam as novas *Application Programming Interface* (APIs) e os

novos elementos do HTML5, e continuam a adicionar novos recursos do HTML5 a suas últimas versões (W3SCHOOLS, 2015).

Diante do exposto, com a finalidade de criar ferramentas para mediar o ensino da química, com foco na modelagem molecular com base em sua fórmula estrutural completa, trazendo o abstrato para o concreto, este trabalho propõe o desenvolvimento de um visualizador gráfico de moléculas para a web, usando a API WebGL. Espera-se assim tornar mais eficiente a aprendizagem da química a partir dos recursos da computação gráfica e a facilidade de acesso de um sistema web.

### 1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é a implementação de uma ferramenta para o auxílio de alunos e professores, especialmente os do ensino médio e fundamental, no ensino/aprendizagem da química, utilizando a API WebGL, juntamente com a especificação 5 do HTML.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) criar um ambiente 2D para a modelagem de moléculas em suas fórmulas estruturais completas;
- b) validar a molécula criada no ambiente 2D;
- c) criar uma visualização 3D da molécula.

### 1.2 RELEVÂNCIA DO TRABALHO

O trabalho proposto demonstra-se relevante no aspecto social por visar o auxílio no processo de ensino da química, onde segundo Baptista (2004), os avanços no mundo das tecnologias fazem com que a Internet crie possibilidades educativas que representam expectativas novas, lançando novos desafios para a educação e aperfeiçoando cada vez mais o conhecimento.

Desta forma no campo tecnológico esta proposta tem como principal relevância explorar o uso da API WebGL para visualizar a representação do espaço 2D/3D usando somente o navegador.

O assunto desta proposta também faz parte da linha de pesquisa do Grupo de Pesquisa em Computação Gráfica, Processamento de Imagens e Entretenimento Digital que é coordenado pelo orientador da mesma.

### 1.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: pesquisar material de referência sobre os assuntos abordados no trabalho, como a API WebGL, linguagem HTML5 e Javascript, moléculas químicas e sua fórmula estrutural completa e também os trabalhos correlatos;
- b) definição dos requisitos: serão definidos, com base no levantamento bibliográfico, os requisitos funcionais e não funcionais necessários para o desenvolvimento do protótipo proposto;
- c) modelagem do sistema: com base nos requisitos, especificar o sistema usando uma abordagem orientada a objetos partindo da elaboração dos casos de usos assim como o diagrama de classes, sequência e atividades usando os modelos da *Unified Modeling Language* (UML) e a ferramenta Enterprise Architect;
- d) implementação do sistema: implementar o sistema, baseando-se nos requisitos levantados, utilizando HTML5 e Javascript como as linguagens de desenvolvimento, o WebStorm como Ambiente Integrado de Desenvolvimento e o Google Chrome como navegador padrão para testes;
- e) testes do sistema: realizar testes para determinar o correto funcionamento do módulo desenvolvido.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 1.

### Quadro 1 - Cronograma

[illegible]

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na seção 2.1 é apresentada uma visão da informática na educação, da influência da informática no ensino da química e uma breve explanação sobre a química em especial suas fórmulas. Na seção 2.2 são definidas as principais características da biblioteca multiplataforma WebGL. Por fim, na seção 2.3 são relacionados os trabalhos correlatos ao trabalho proposto.

### 2.1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO

A escola deve aproveitar o momento de inovações tecnológicas e modernizar suas práticas e propostas de ensino e aprendizagem, tanto na forma quanto no conteúdo, atendendo às novas necessidades impostas pelo mundo dinâmico e globalizado (AMARAL; AMARAL, 2008). Sendo a escola considerada, tradicionalmente, uma fonte de cultura e conhecimento, as novas diretrizes a colocam também como fonte de competências que devem ser adquiridas ou reconhecidas e desenvolvidas (ALARCÃO, 2003, p.12). E dentre essas competências se encontra o uso da informática na sala de aula.

Diante disso, é importante colocar que o uso da informática, só faz sentido quando o professor a entende como forma de auxílio, como elemento motivador que provoca o surgimento de novas práticas pedagógicas, no desenvolvimento das atividades, dinamizando assim o processo de ensino e aprendizagem.

Porém a utilização da informática em sala de aula exige a preparação do professor, pois o mesmo deve ser capaz de elaborar estratégias de ensino que atraiam os estudantes para o conteúdo a ser lecionado, para que aconteça assim, a construção do conhecimento, distanciando-se da ideia da utilização de softwares ou programas multimídias apenas voltadas para visualização sequencial de textos, figuras ou vídeos (MEDEIROS, 2008).

#### 2.1.1 INFORMÁTICA NA EDUCAÇÃO DA QUÍMICA

A química foi muito beneficiada com o uso dos computadores, pois se trata de uma ciência bastante experimental e a visualização de processos é de suma importância para assimilação do conteúdo (FERREIRA, 1998). O problema de compreensão da química pelos alunos poderia ser parcialmente resolvido com a utilização de softwares específicos. Por

exemplo: software para demonstração de moléculas em três dimensões, jogos educativos envolvendo problemas ambientais. Desta forma, os softwares educativos dão novos significados às tarefas de ensino, atendendo as propostas ditadas para a nova educação (BONA, 2009).

### 2.1.2 ÁTOMOS, MOLÉCULAS E FÓRMULAS

Atualmente, muitas pessoas estão familiarizadas com o conceito de átomo e estão cientes de que átomos são partículas submicroscópicas de que toda a matéria é composta. Em muitas substâncias, os átomos são agrupados ou reunidos em agregados de dois ou mais (RUSSELL, 1994). Este arranjo é uma molécula, e segundo Atkins (2001), uma molécula é um grupo discreto de átomos ligados em um arranjo específico.

Existem pelo menos duas formas de expressarmos uma molécula, a fórmula química e a fórmula estrutural. A fórmula química de um composto representa sua composição em termos de símbolos químicos, e os valores subscritos mostram o número de átomos de cada elemento presente (ATKINS, 2001). Já a fórmula estrutural de uma molécula não apresenta somente o número de cada tipo de átomo, mas também mostra como eles estão ligados entre si, no interior da molécula (RUSSELL, 1994). Essas duas representações são importantes, e sempre que possível devem ser apresentadas ao aluno em conjunto, pois a fórmula química fornece uma visão não-espacial da molécula, que permite inúmeras interpretações sobre o composto. Por exemplo, ao apresentarmos a fórmula de um brometo como  $C_3H_7Br$ , ele pode apresentar duas estruturas: uma onde o Bromo se liga ao Carbono radicalar, e outra onde o Bromo se liga ao Carbono central. Conforme a complexidade da molécula aumenta, as possibilidades de estruturas diferentes crescem exponencialmente (SOLOMONS, 2000). Para um aluno de ensino médio, é um conceito abstrato imaginar que uma mesma fórmula química corresponde a vários compostos diferentes, definidos apenas pela fórmula estrutural, e isso reforça a necessidade de uma visão prática do conteúdo.

## 2.2 WEBGL

O *Hyper Text Markup Language* (HTML) é uma linguagem de marcação, utilizada para descrever páginas da internet, sendo composto por uma série de *tags* de marcação, onde cada uma descreve um conteúdo diferente na página, as *tags* são prefixadas e sufixadas pelos

sinais de menor que e maior que respectivamente (W3CSCHOOLS, 2015). A atual versão do HTML é a cinco, que nasceu em 2004 de uma cooperação entre duas grandes empresas, a *World Wide Web Consortium* (W3C) e a *Web Hypertext Application Technology Working Group* (WHATWG) (W3SCHOOLS, 2015).

Esta versão incluiu diversas novas funcionalidades, como semântica e acessibilidade. Foram incluídos novos recursos que antes só eram possíveis com a utilização de tecnologias de terceiros, por meio de *plug-ins*, como o suporte à reprodução de áudio e vídeo. Dentre os novos recursos disponibilizados, destaca-se a inclusão do componente `<canvas>` para desenhos, componentes para reprodução de áudio e vídeo, armazenamento local de arquivos e o WebGL para gráficos 3D (W3C, 2015).

Já o WebGL é uma *Application Programming Interface* (API) para renderização 3D de modo imediato desenvolvida para web, derivada da biblioteca gráfica *OpenGL for Embedded Systems* (OpenGL ES) 2.0. O OpenGL ES é uma API livre e multi-plataforma para funções gráficas 2D e 3D em sistemas embarcados, baseada no sistema gráfico do OpenGL 2.0, mas concebido principalmente para hardwares gráficos rodando em dispositivos móveis e embarcados (KHRONUS, 2015). Por ser baseado no OpenGL ES 2.0, a WebGL possui uma funcionalidade de renderização similar, porém com foco no HTML, principalmente no componente `<canvas>` do HTML5 (ANYURU, 2012).

Por ser uma API de modo imediato, o WebGL não salva nenhum modelo interno da cena que deveria ser desenhada, em vez disso o WebGL mantém uma representação própria da cena em memória. Por isto toda a cena precisa ser redesenhada a cada *frame*, independente dela ter sido alterada ou não (ANYURU, 2012).

É importante lembrar que por ser planejado como um API para ser utilizada na web, o WebGL necessariamente está de acordo com todos os princípios de segurança da plataforma web, e foi concebida com esta ideia desde o princípio (KHRONOS, 2015). Atualmente os maiores vendedores de navegadores do mercado, como Mozilla, Apple e Google, fazem parte de um grupo de trabalho conhecido por Khronos, que visa a criação de padrões abertos e livres de royalties (KHRONOS, 2015).

O elemento `<canvas>` é uma área retangular dentro da página web, onde podem ser desenhados objetos gráficos, utilizando Javascript. Originalmente a integração com o `<canvas>` ocorre por meio da interface de renderização `CanvasRenderingContext2D`. Já a chamada para a renderização por WebGL se dá por meio da interface `WebGLRenderingContext` (ANYURU, 2012).

Ambas as interfaces de integração ocorrem por meio da chamada do método

`getContext()` do elemento `canvas`. O WebGL gerencia vários tipos de recursos que são representados como objetos do tipo *Document Object Model* (DOM). Cada objeto é manipulado a partir da interface `WebGLObject` (KHRONOS, 2015).

Segundo Cantor e Jones (2012), o WebGL, utiliza de um técnica de renderização local, ou seja os elementos que são parte do objeto 3D, normalmente serão baixados do servidor, porem todo o processo requerido para obter o objeto em 3D serão feitas localmente. Cantor e Jones (2012) ainda colocam que em comparação com outras tecnologias como Java 3D, Flash e o UnityWeb Player, a WebGL apresenta algumas vantagens:

- a) Programação em Javascript: o Javascript permite ao desenvolvedor acesso direto a todas as partes do DOM. E por ser padrão para a web, permite uma fácil integração com outras bibliotecas Javascript;
- b) Gerenciamento automático de memória: diferentemente do OpenGL e outras tecnologias, o WebGL não possui nenhum comando para alocação e deslocação de memória;
- c) Desempenho: o desempenho do WebGL pode ser comparada a de aplicações *desktop*, isso ocorre pois o WebGL possui acesso aos hardwares gráficos instalados na máquina da onde ele esta sendo executado;
- d) Sem compilação: como o WebGL é escrito em Javascript não é preciso compilar o código antes de executar, isto permite com que as edições sejam feitas e visualizadas rapidamente.

O processo de renderização local que o WebGL utiliza faz com que os polígonos sejam decompostos em triângulos, linhas e primitivas. Assim cada primitiva é processada de forma paralela pela GPU, passando por uma série de passos, conhecida como *pipeline* de renderização, até que finalmente a cena final é criada e exposta no elemento `<canvas>` (CANTOR; JONES, 2012).

### 2.2.1 PIPELINE DO WEBGL

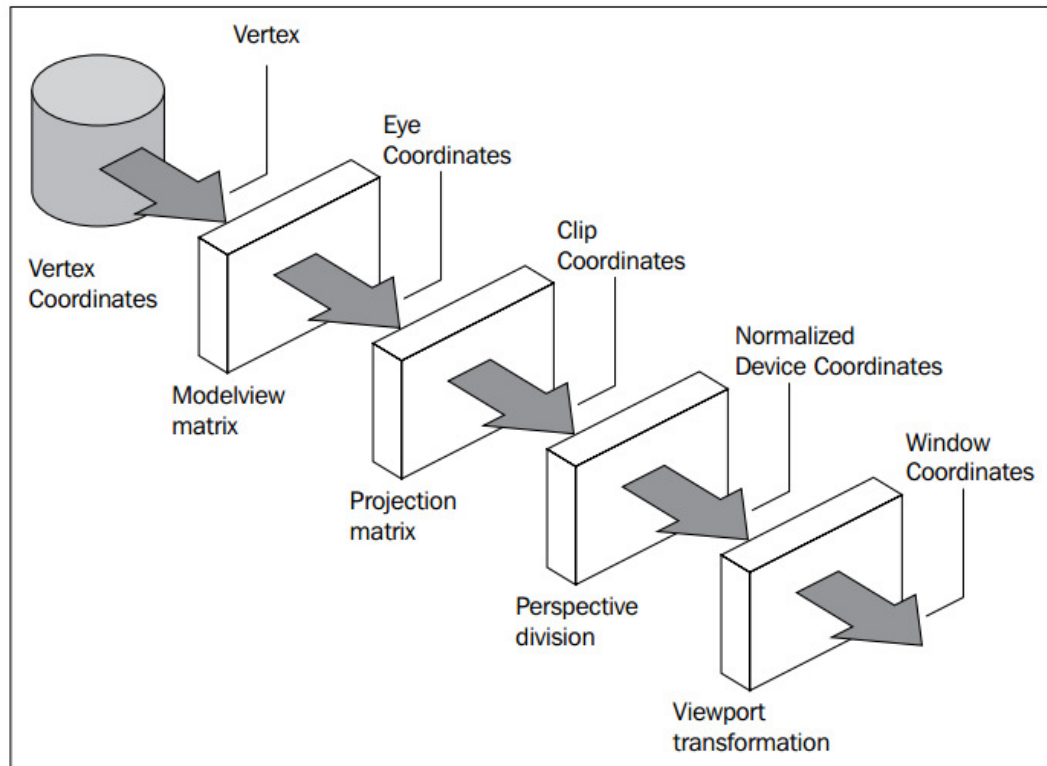
Em um ambiente 3D o objeto modelo é chamado de *mesh*, cada face que ele possui é chamada de polígono, onde cada polígono possui três ou mais cantos conhecidos como vértices.

As *Graphics Processor Units* (GPU) modernas permitem a utilização de um *pipeline*



programável. As GPUs mais antigas não permitiam a manipulação dos vértices, mas elas possuíam funções embutidas para, por exemplo, aplicar rotação e escala. Com as *pipelines* programáveis o desenvolvedor possui total flexibilidade para manipular os vértices, criando funções próprias para descrever como os objetos serão renderizados (ARORA, 2014).

Figura 1. Pipeline do WebGL



Fonte: Arora, 2014.

A figura 1 mostra a pipeline do WebGL, onde temos como entrada as *Vertex Coordinates*, também chamadas de *Vertex Buffer Objects* (VBO), os dois passos seguintes, *Modelview Matrix* e *Project Transformation*, são realizados pelo *Vertex Shader*. Cada vértice de um objeto tem que ser transformado em relação à sua localização bem como a localização da câmera. Em seguida os vértices que não estão na área de visualização serão cortados (*Perspective Division*). E por fim a *Viewport Transformation* define a localização e o tamanho do objeto processado.

### 2.2.2 THREE.JS

Com o WebGL podemos usar diretamente os recursos da placa de vídeo para criar

objetos gráficos de alta performance, sendo eles 2D ou 3D, porém programar WebGL diretamente do Javascript é um processo complexo e muito suscetível a erros. Neste contexto o Three.js é uma biblioteca que torna este processo mais simples (DIRKSEN, 2013).

Segundo (FHTR, 2012) o Three.js é uma biblioteca, leve, de fácil utilização que permite a renderização de WebGL, mas não somente este, como também permite o uso de canvas, e *Scalable Vector Graphics* (SVG), permitindo ainda o uso de alguns *Shaders*.

O Three.js possui 4 componentes básicos sendo eles, o renderizador, a câmera, a cena e por último os objetos. Cada um deles possui uma classe e são acessíveis através da instanciamento destas classes (FHTR, 2012). O Three.js funciona na maioria dos navegadores modernos, exceto algumas versões do Internet Explorer, conforme demonstra o quadro 2 abaixo (DIRKSEN, 2013).

Quadro 2 - Three.js compatibilidade com navegadores

Navegadores	Suportado desde
Mozilla Firefox	Versão 4.0
Google Chrome	Versão 9.0
Safari	Versão 5.1
Opera	Versão 12.00
Internet Explorer	Parcialmente desde Versão 11

## 2.3 TRABALHOS CORRELATOS

A seguir serão apresentados dois softwares de desenho químico o Avogadro (HANWELL et al, 2012) voltado para edição e visualização avançada de moléculas em 3D. E o BKChem uma ferramenta *opensource* para desenho químico 2D (DANNE, 2010).

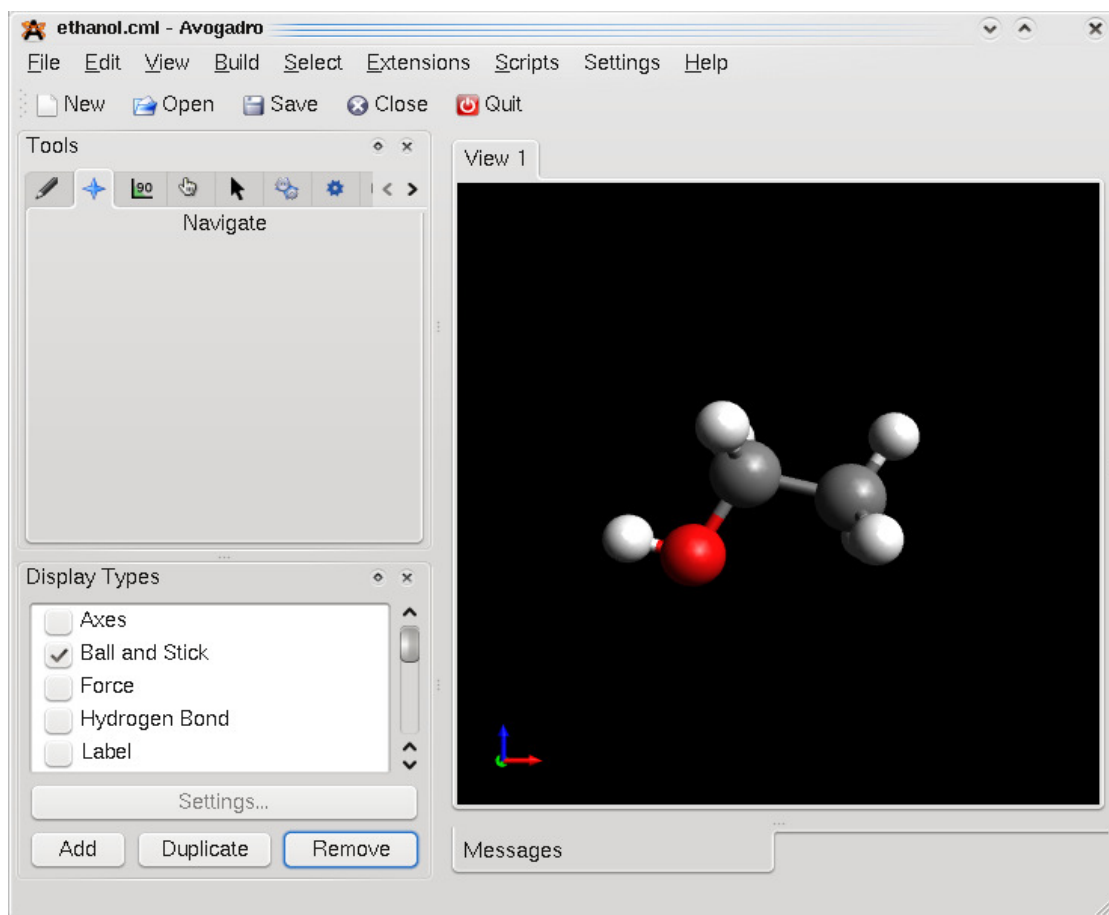
### 2.3.1 Avogadro

O projeto Avogadro desenvolveu um avançado editor e visualizador de moléculas, desenvolvido para ser multi-plataforma e utilizado na química computacional, modelagem química e bioinformática. Ele oferece uma renderização de alta qualidade e uma arquitetura modular permitindo a utilização de vários *plug-ins*. Seus usos típicos incluem a modelagem de estruturas moleculares, formatação de arquivos de entrada e análise da saída de vários programas utilizados na química computacional (HADWELL et al, 2012). O Avogadro não pretende apenas ser utilizado em pesquisa, como também pode ser utilizado para ensino.

O Avogadro é desenvolvido com a linguagem de programação C++ e permite a criação

de *plug-ins*, utilizando também a linguagem C++ ou ainda Python, sendo assim uma ferramenta multi-plataforma.

Figura 2 – Ambiente 3D de edição



Fonte HANWELI, 2012

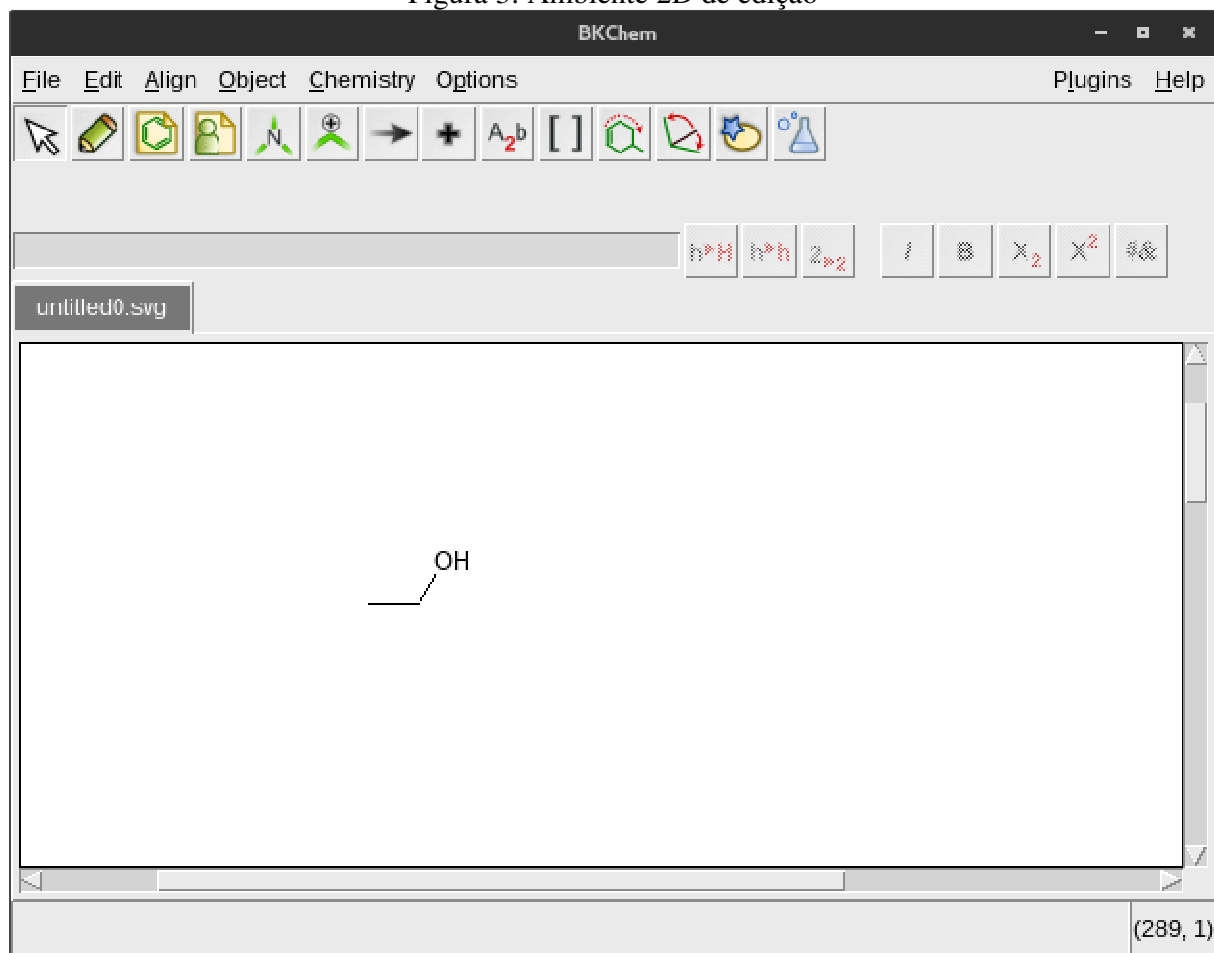
A figura 1 demonstra em um ambiente 3D a fórmula estrutural de uma molécula de etanol, assim como algumas das funções disponíveis no Avogadro, como a escolha do tipo de apresentação da molécula.

Para os usuários, ele oferece uma interface fácil de usar, suporte integrado para *download* a partir de bases de dados comuns, como PubChem e Protein Data Bank. A extração de dados químicos a partir de uma ampla variedade de formatos, incluindo a saída de química computacional, e suporte nativo, para o formato de arquivo CML. Para os desenvolvedores, ele pode ser facilmente estendido através de um poderoso mecanismo de *plug-in* para suportar novos recursos em química orgânica, complexos inorgânicos, a concepção de medicamentos, materiais, biomoléculas e simulações. O Avogadro está livremente disponível sob uma licença de código aberto.

### 2.3.2 BKChem

BKChem é um software livre de desenho químico em 2D. Foi concebido e escrito por Beda Kosata e é atualmente mantido por Reinis Danne. O BKChem é escrito em Python, isto implica algumas das características do programa, como a independência de plataforma e a performance. Como Python é interpretado não possui o mesmo desempenho que um aplicativo compilado em código nativo (DANNE, 2010).

Figura 3: Ambiente 2D de edição



Fonte Danner, 2010.

A figura 3 demonstra a molécula de etanol em sua formula estrutural completa em um ambiente 2D.

### 2.3.3 Comparação dos trabalhos correlatos

O Quadro 3 mostra a relação entre os trabalhos correlatos e o trabalho proposto.

Quadro 3 – Relação entre os trabalhos correlatos e o proposto

Caraterística	BKChem	Avogadro	Proposto
ambiente de edição 2D	x		x
ambiente de edição 3D		x	
visualização 3D		x	x
validação da estrutura química	x		x
exportar resultado	x	x	
ambiente web			x
leitura de estruturas InChI	x		

### 3 REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO

O Visedu Química deverá:

- a) permitir a digitação de uma fórmula química (Requisito Funcional – RF);
- b) permitir a criação da fórmula estrutural com base nos componentes da fórmula química (RF);
- c) validar a fórmula estrutural (RF);
- d) exibir o resultado da fórmula estrutural em um ambiente 3D (RF);
- e) permitir interação com a câmera no ambiente 3D (RF);
- f) utilizar JavaScript e HTML5 como linguagens para implementação (Requisito Não Funcional – RNF);
- g) Utilizar a API WebGL por meio da biblioteca Three.js (RNF);
- h) Utilizar o IntelliJ WebStorm como *Integrated Development Environment* (IDE) para desenvolvimento (RNF).

#### 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Como a química se trata de uma ciência abstrata e de difícil compreensão, que se fundamenta em realidades microscópicas e assim dificulta a compreensão do aluno, pela falta de informações sensoriais e por ser uma ciência simbólica, ou seja, trabalha com diversos símbolos para representar elementos, o aluno deve ter a capacidade de transformar todas estas informações abstratas em outra representação mais apropriada. Por isso um dos principais objetivos dos pesquisadores de Educação Química nos últimos anos tem sido buscar a melhoria da compreensão conceitual dos alunos (WU; KRAJCIK e SOLOWAY, 2001).

Para explicar e explorar fenômenos, processos e ideias abstratas, e ainda proporcionar ao aluno a capacidade de desenvolvimento da sua capacidade de representação, os pesquisadores tem sugerido, o uso de softwares de modelagem molecular (BARNEA; DORI, 2000). Pois hoje já dispomos de fácil acesso a tecnologias que permitam uma visualização dinâmica.

Dentro deste grupo de softwares que permitem uma visualização temos o Avogadro que se tornou uma importante ferramenta para criar, editar e visualizar estruturas químicas (HANWELL, 2012). E o BKChem fornece um ambiente de edição 2D para a criação de estruturas químicas (DANNE, 2010). O trabalho proposto assemelha-se ao Avogadro pela possibilidade de uma visualização 3D da molécula, facilitando assim o entendimento desta estrutura por parte dos alunos. Em relação ao BKChem há a proposta inicial de ser um software voltado para o ensino da química, e possuir um ambiente de edição e manipulação da molécula em 2D.

Com base nestas relações o trabalho proposto tem como objetivo trazer para o aluno um ambiente web de fácil acesso, utilizando a API WebGL e a biblioteca Three.js, permitindo assim o desenho de um elemento químico em um ambiente 2D que se assemelhe as representações identificadas nos livros didáticos, para em seguida gerar uma visualização em 3D para que o aluno passa compreender a forma com que os átomos do elemento em questão estão organizados.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALARCAO, Isabel. **Professores Reflexivos Em Uma Escola Reflexiva**. São Paulo: Cortez, 2003.
- ANYURU, Andreas. **Professional WebGL programming**: developing 3D graphics for the web. Chichester: Wrox, 2012.
- ATKINS, Peter W.; JONES, Loretta. **Princípios de Química**: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3. ed. Tradução Ricardo Bicca de Alencastro. Porto Alegre: Bookman, 2001.
- BAPTISTA, Michele M. Internet: Auxílio à educação. **Revista Biblos**, Rio Grande, v. 16, n. 1, p. 37-44, 2004. Disponível em: <<http://www.seer.furg.br/biblos/article/view/409>>. Acesso em: 27 mar. 2015.
- BONA, Berenice O. Análise de Softwares Educativos para o Ensino de Matemática nos Anos Iniciais do Ensino Fundamental. **Experiências em Ensino de Ciências**, Carazinho, v.4, n. 1, p. 35-55, 2009. Disponível em: <[http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID71/v4\\_n1\\_a2009.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID71/v4_n1_a2009.pdf)>. Acessado em: 25 mar. 2015.
- BARNEA, N. ; DORI, Y. J. High school chemistry students performance and gender differences in a computerized molecular modeling learning environment. **Journal of Science Education and Technology**. v. 8, n. 4, p. 257-271, 1999.
- CANTOR, Diego.; JONES, Brandon. **WebGL: Beginner's Guide**. Birmingham: PACKT Publishing, 2014.
- CARVALHO, Maria G. Tecnologia, Desenvolvimento Social e Educação Tecnológica. **Revista Educação & Tecnologia**, Curitiba, n. 1, jul. 1997. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/revedutec-ct/article/download/1011/603>>. Acesso em: 28 mar. 2015.
- DANNE, Renis. **BKChem**. [S.l.], 2010. Disponível em: <<http://bkchem.zirael.org/>>. Acesso em: 28 mar. 2015.
- DIRKSEN, Jos. **Learning Three.js**: The JavaScript 3D Library for WebGL. Birmingham: PACKT Publishing, 2013.
- FERREIRA, Vitor F. As tecnologias Interativas no Ensino. **Revista Química Nova**, São Paulo, v.21, n. 6, nov./dez. 1998. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/audiencia\\_pdf.asp?aid2=2704&nomeArquivo=Vol21No6\\_780\\_v21\\_n6\\_\(18\).pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/audiencia_pdf.asp?aid2=2704&nomeArquivo=Vol21No6_780_v21_n6_(18).pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2015.



FHTR. **Introduction to Three.js**. [S.l.], 2012. Disponível em: <<http://fhtr.org/BasicsOfThreeJS/>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

GROSSKURTH, Alan; GODFREY, Michel W. **Architecture and evolution of the modern web browser**. Waterloo, 2006. Disponível em: <<http://grosskurth.ca/papers/browserarchevol-20060619.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2015.

HANWELL, Marcus D. et al. Avogadro: An advanced semantic chemical editor, visualization, and analysis platform. **J. Cheminformatics**, v. 4, n. 1, p. 17, 2012.

KRAUSS, José R. **VISEDU-MAT**: Visualizador de material educacional, módulo de matemática. 2013. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

KHRONOS. **WebGL specification**. [S.l.], 2015. Disponível em: <<https://www.khronos.org/registry/webgl/specs/1.0/>>. Acesso em: 25 mar. 2015.

LOBATO, Anderson C. **A abordagem do efeito estufa nos livros de química: uma análise crítica**. 2007. 32 f. Monografia de especialização. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

MEDEIROS, Miguel A. A informática no ensino da química: análise de um software para ensino de Tabela Periódica. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 14., 2008, Curitiba. **Anais...** Curitiba: Imprensa Universitária da UFPR, 2008. p. 1-10.

NUNES, Amisson S.; ARDONI, Dulcélia S. O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetininga-BA: O olhar dos alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar** – Enditrans, 2010, Vitória da Conquista, BA – Educação e conhecimento científico, 2010.

RUSSELJ, John B. **Química Geral Volume I**. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 1994.

SILVA, Airton M. Proposta para Tornar o Ensino de Química mais Atraente. **Revista de - Química Industrial**, Rio de Janeiro, ano 79. n. 731, p. 7-12, 2º trimestre, 2011. Disponível em: <<http://www.abq.org.br/rqi/Edicao-731.html>>. Acesso em 28 mar. 2015.

SOLOMONS, TW Graham; FRYHLE, Craig B. **Química Orgânica, vol. 1**. 7. ed. Tradução Whei Oh Lin. Rio de Janeiro: LTC Editora, 2000.

VICINGUERA, Maria L. F. **O uso do computador auxiliando no ensino da química**. 2002. 97 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Curso de Pós-graduação em Engenharia da Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <[http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos\\_teses/quimica/uso\\_comput\\_ens\\_quim\\_dissert.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/2010/artigos_teses/quimica/uso_comput_ens_quim_dissert.pdf)>. Acesso em: 28 mar. 2015.

W3SCHOOLS. **HTML5 Introduction**. [S.l.], 2015. Disponível em: <[http://www.w3schools.com/html/html5\\_intro.asp](http://www.w3schools.com/html/html5_intro.asp)>. Acesso em: 28 mar. 2015.

W3C. **HTML5**. [S.l.], 201. Disponível em: <<http://www.w3.org/TR/html5/>>. Acesso em: 28 mar. 2015.

WU, H., KRAJCIK, J. S., SOLOWAY, E. Promoting understanding of chemical representations: Students use of visualization tool in the classroom. **Journal of research in Science Teaching**, v. 38, n. 7, p. 821-842, 2001.