

# CONTRIBUIÇÕES DO SOFTWARE AVOGADRO PARA A APRENDIZAGEM NA DISCIPLINA DE QUÍMICA NA ESCOLA TIRADENTES DE SANTO ÂNGELO – RS<sup>1</sup>

Leonir Cleomar Janke<sup>2</sup>

Adriana Soares Pereira<sup>3</sup>

## RESUMO

O presente trabalho traz os resultados de uma pesquisa e análise dos dados que tiveram como objetivo, identificar as principais contribuições da aplicação do software Avogadro na disciplina de Química do Ensino Médio, na Escola da Rede Estadual Tiradentes de Santo Ângelo/RS com os alunos das turmas do Ensino Médio. O software Avogadro foi utilizado para o desenvolvimento do conteúdo sobre ligações químicas, geometria molecular, polaridade das moléculas e solubilidade em água das substâncias inorgânicas. Esse software possibilita a criação e a visualização de moléculas em 3D. Das quatro turmas de primeiros Anos, duas trabalharam com o software Avogadro no laboratório de informática desenvolvendo o conteúdo na disciplina de Química sobre ligações interatômicas, ligações intermoleculares e propriedades físico-químicas das substâncias. Nas outras duas turmas o conteúdo foi desenvolvido em sala de aula usando apenas os recursos do livro didático, quando-verde e aula expositiva dialogada. Após foi aplicada uma avaliação idêntica para os alunos das quatro turmas. A análise dos resultados obtidos pelos alunos na avaliação possibilita concluir que o uso do programa Avogadro como ferramenta de apoio para o desenvolvimento do conteúdo produz resultados satisfatórios. O uso deste software proporcionou um melhor entendimento das interações que ocorrem entre os átomos para formar uma substância e as interações que ocorrem entre as moléculas de uma mesma substância ou de substâncias diferentes. A construção de modelos mentais possibilita ao educando uma melhor compreensão das formas como os átomos e as moléculas das substâncias interagem entre si.

## ABSTRACT

The present work brings the results of a research and analysis of dates, which had as objective identify the main contributions of the software application Avogadro in chemistry subject on high school, in the School of the State Tiradentes from Santo Ângelo –RS with the students of the first years of high school. The avogadro software was used to develop the content of chemical bonds, molecular geometry, polarity of molecules and water solubility of inorganic substances. This software enables the creation and visualization of 3D molecules. Of the four classes of first year of high school, two worked with the Avogadro software in the computer lab developing the content on chemistry subject about interatomic bonds, intermolecular bonds and physical properties of chemical substances. In the other two classes the content was developed in the classroom using only the resources of the textbook, green frame and dialogic lecture. After, was applied test for all students in four classes. The analysis of the results obtained by students in the assessment allows to conclude that the use of Avogadro's program as a support tool for the development of content produces satisfactory results. The use of this software provided a better understanding of the interactions that occur between atoms to form a substance and the interactions that occur between molecules of a substance or of different substances. The construction

---

<sup>1</sup> Artigo apresentado ao Curso de Mídias na Educação da Universidade Federal de Santa Maria, como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Mídias na Educação.

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Mídias na Educação da Universidade Federal de Santa Maria.

<sup>3</sup> Professora Orientadora Doutora da Universidade Federal de Santa Maria.

of mental models enables the learner a better understanding of the ways that atoms and molecules of substances interact.

## **PALAVRAS-CHAVE**

Software Avogadro; modelos mentais; geometria molecular, Química, Ensino Médio

## **1 INTRODUÇÃO**

O uso de softwares desenvolvidos especialmente para o uso dos professores na área de Química, como por exemplo, para simulação de reações químicas, para a construção de moléculas possibilitando a visualização de sua conformação geométrica, para o estudo da tabela periódica e das propriedades dos elementos químicos, entre outros, têm sido pouco aproveitados nas escolas de Ensino Médio.

Chaves (CHAVES & SETZER, 1988) já sustentava a tese de que qualquer forma de utilização do computador na educação poderia trazer alguns resultados pedagógicos.

Uma série de barreiras se interpõe entre os softwares e os professores. Num primeiro momento podemos citar a ausência de cadeiras de informática nos cursos de Graduação de Química. Outro empecilho é a barreira que a língua inglesa oferece já que esses softwares são construídos nessa língua. Pode-se ainda enumerar o “medo” que um grande número de professores possui em relação ao manuseio de um computador, pois a geração que se apresenta em sua frente nasceu na era digital e não tem dificuldade nenhuma em manusear um computador.

O desenvolvimento de novas tecnologias, de equipamentos cada vez mais potentes e de programas avançados destinados à simulação, proporciona ao usuário a sensação de estar em outra dimensão, à dimensão virtual. Isso possibilita sensações e aprendizados que podem ser usados para o desenvolvimento e apropriação de novos saberes.

O professor é um agente de transformação da realidade escolar ou de perpetuação de um ensino tradicional que está suplantado. Deseja-se que ele seja esse agente de transformação, de provocação de mudanças, com novos olhares sobre a realidade escolar e para isso necessita de uma formação continuada com a apropriação das novas tecnologias disponíveis.

A opinião de Papert (1995) é de que o desenvolvimento cognitivo é mais eficazmente alcançado com o computador, o qual acelera a passagem do pensamento infantil para o

pensamento adulto. Sendo assim de fundamental importância a incorporação de novas ferramentas tecnológicas no ambiente escolar.

A Ciência Química é a Ciência que trabalha com modelos. Esses modelos são utilizados para explicar as teorias que são criadas para explicar e entender os fenômenos estudados. Cada fórmula química representa uma substância. Não podemos visualizar macroscopicamente as moléculas das substâncias porque os átomos que as formam são minúsculos. Então os cientistas criam modelos para explicá-las e proporcionar um melhor entendimento das mesmas pelos demais pares.

O objetivo maior concentra-se, cabe destacar, na contextualização e na compreensão do processo de construção das diferenças e das desigualdades. Nosso propósito é que os currículos desenvolvidos tornem evidente que elas não são naturais; são, ao contrário, “invenções/construções” históricas de homens e mulheres, sendo, portanto, passíveis de serem desestabilizadas e mesmo transformadas. Ou seja, o existente nem pode ser aceito sem questionamento nem é imutável; constituiu-se, assim, em estímulo para resistências, para críticas e para a formulação e a promoção de novas situações pedagógicas e novas relações sociais. (MOREIRA, p. 30, 2003)

O artigo apresenta na introdução a importância do uso de softwares educativos para uma aprendizagem significativa, pois a Química é uma Ciência que trabalha com modelos e da necessidade do professor ser esse agente de transformação do processo de ensino-aprendizagem. Na revisão bibliográfica estão colocadas as características do software Avogadro e a necessidade de manipulação de modelos para a aprendizagem. No método é descrita a metodologia que foi usada para desenvolver a pesquisa e os resultados.

Na discussão dos resultados destaca-se a vantagem e os ganhos significativos para o processo de aprendizagem a partir do uso do software Avogadro. Nas considerações finais, além dos ganhos que os softwares educacionais podem proporcionar, destaca-se a necessidade da formação continuada dos professores. E por último a conclusão, que destaca a importância do software Avogadro para os estudos na disciplina de Química.

## **2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

O software livre Avogadro é uma ferramenta criada para desenhar (construir) as moléculas das substâncias em 3D. Ele permite que o aluno visualize os átomos que formam as moléculas, a disposição dos átomos na formação das moléculas e a forma geométrica de cada uma das moléculas construídas. Possui também outros recursos que podem ser utilizados para melhorar o entendimento e compreensão das propriedades físicas, como polaridade e solubilidade das substâncias, interação entre as eletrosferas dos átomos envolvidos na ligação.

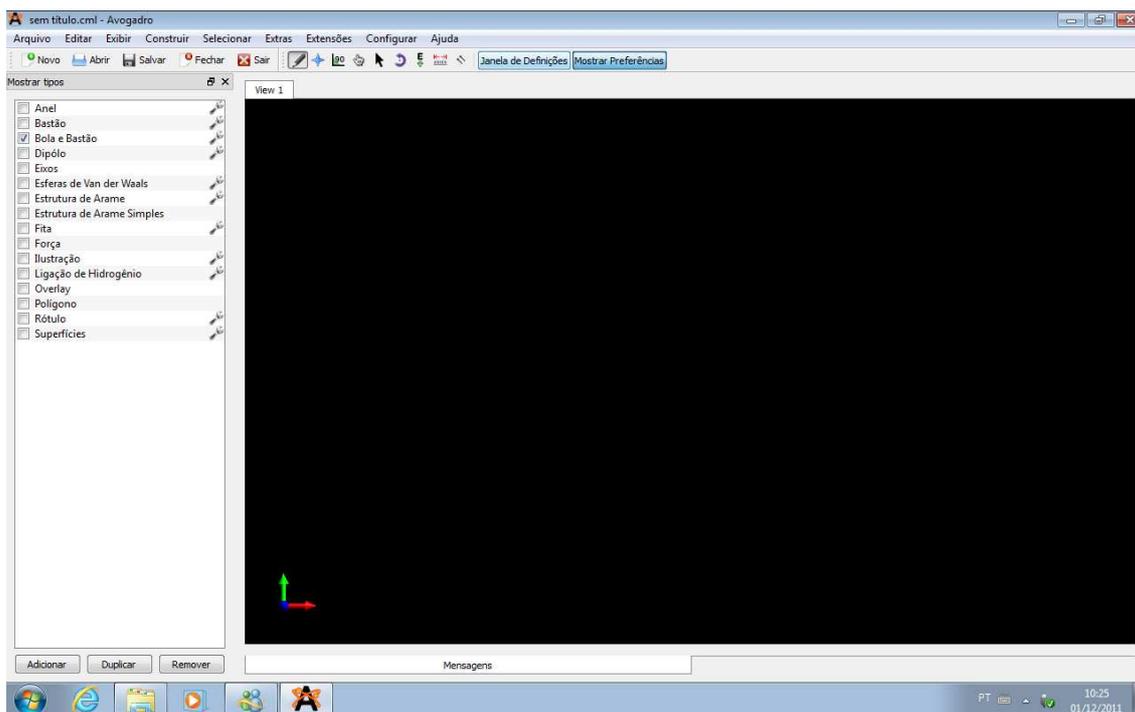


Figura 1. Interface inicial do Software Avogadro. Leonir Cleomar Janke

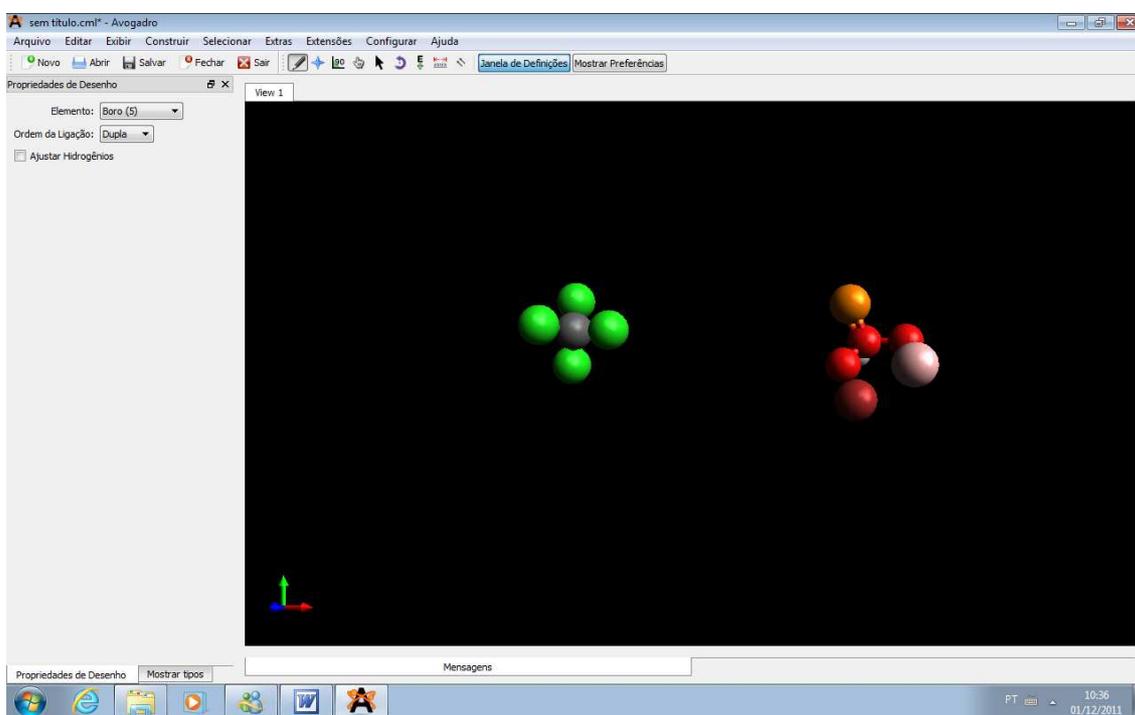


Figura 2. Duas moléculas representadas no Software Avogadro. Leonir Cleomar Janke

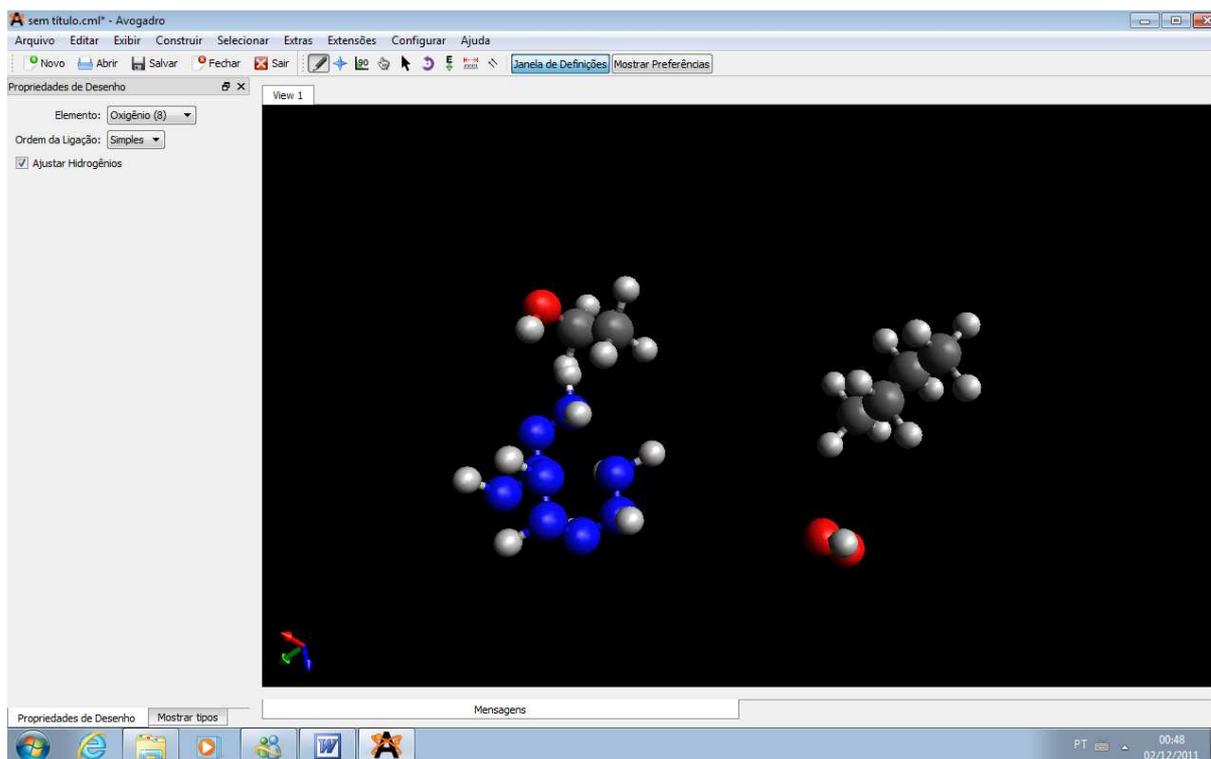


Figura 3. Moléculas representadas no Software Avogadro por uma aluno da turma 104

Segundo Antônio Sardela, “[...] a observação das substâncias que constituem a matéria do nosso mundo físico mostra que essas substâncias são constituídas por átomos que de alguma forma estão ligados entre si.” A grande maioria dos elementos químicos são encontrados na natureza ligados uns aos outros formando as inúmeras substâncias. Demonstrar essas combinações entre os átomos para formar as substâncias exige do educador a utilização de modelos para que os estudantes possam fazer uma imagem mental e poder entender as propriedades físicas e químicas de cada substância.

Estudos experimentais apontam no fato de que os estudantes possuem dificuldades em transitar entre os níveis de representação macroscópico, microscópico e simbólico. A experiência com a manipulação de modelos, bem como uso de ferramentas de construção de modelos parecem ser um fator importante no desenvolvimento das habilidades visuoespaciais. Estudos realizados por Mário N. P. Almeida, Eduardo A. A. Pinheiro, Heronides A. D. Filho e Andrey M. R. Marinho, realizado numa escola de Belém-PA indicam que o software Avogadro proporcionou uma aprendizagem significativa no estudo da Química com representação de moléculas de compostos orgânicos porque 81,8% dos alunos pesquisados julgaram ser fácil usar o software e 87,8% declararam ter auxiliado na aprendizagem do conteúdo.

Outro trabalho realizado por Luan da Costa Pereira e Cintia Beatriz de Oliveira realizado com alunos do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Antonio Timóteo, em Serra Talhada no estado de Pernambuco afirma que o uso do software Avogadro tornou os alunos mais interessados pelo estudo da Química interagindo de uma maneira mais positiva aos estímulos.

No trabalho realizado por Walber H. Ribeiro, Miriam F. Melo e Silvia Helena de L. Monteiro realizado com alunos do 3º Ano do Ensino Médio da escola Mucambo – CE conclui-se que o emprego do software Avogadro como ferramenta auxiliar no ensino de Química Orgânica provocou um maior interesse e participação dos alunos na aula aumentando a atenção e melhorando a aprendizagem dos conteúdos.

A visualização em Química é ponto fundamental, pois sua aprendizagem envolve habilidades visuoespaciais que dão suporte para realizar determinadas operações cognitivas espacialmente. É através destas operações que nos tornamos capazes de internalizar as visualizações externas, para então manipularmos as estruturas mentalmente, podendo externalizá-las após esse processo.

Gilbert em um extensivo trabalho de revisão sobre o tópico de raciocínio visuoespacial, chega afirmar que, para a compreensão das estruturas 3D, o uso de modelos desempenha um papel fundamental. Os modelos utilizados podem variar desde construção de moléculas com materiais simples (palitos e bolas de isopor) até modelos construídos computacionalmente. Wu e Shah (2004) concordam, pois afirmam que a experiência com a manipulação de modelos, bem como uso de ferramentas de construção de modelos parecem ser cruciais no desenvolvimento das habilidades visuoespaciais e esse desenvolvimento ocorrendo, conseqüentemente auxilia os alunos na resolução de problemas químicos e representação de conceitos no nível microscópico e simbólico. Sendo assim, podemos citar Silva e Ribeiro (2008) ao argumentar que: “Para superar essas dificuldades [de compreensão de modelos químicos], pesquisadores e educadores têm sugerido uma variedade de abordagens instrucionais, como, por exemplo, o modelos e ferramentas tecnológicas.”

A pesquisa no impacto das representações computacionais em estudantes pode auxiliar na compreensão do papel das tecnologias de informação e comunicação no mundo atual. “A química é um campo extraordinariamente fértil para a aprendizagem visual. O sistema visual é, portanto, um poderoso recurso educacional (Jones et al. 2001).”

Dentro desta perspectiva, acredita-se que é importante o uso desses softwares na prática escolar para um melhor entendimento e construção dos conceitos.

A utilização do computador em sala de aula constituiu-se nas últimas décadas numa ferramenta importantíssima no processo de aprendizagem. Hoje tem-se em sala de aula uma geração de alunos que é conhecida como a geração da era digital. Nasceram e cresceram num meio onde as tecnologias estão por todo lado.

Desde cedo já manuseiam o controle remoto da TV, apreendem com facilidade usar o computador e mesmo ainda sem saber fluentemente, conseguem se comunicar com naturalidade através de um aparelho celular ou internet. Para essa geração, lidar com as novas tecnologias é um processo natural e sem segredos. E para os professores? Será que existe a mesma facilidade?

Para a maioria dos professores percebe-se que não existe. Sentar na frente de um computador e trabalhar com um software é uma situação um tanto desconfortável e desafiadora.

Primeiro porque muitos são de uma geração anterior e nos cursos de graduação não haviam disciplinas específicas de educação à informática; em segundo, a grande maioria dos professores não perceberam que a informática mais cedo ou mais tarde “invadiria” as escolas e não acompanharam essa tendência realizando cursos de formação continuada.

E agora depara-se com uma situação em que se exige do professor um conhecimento sobre as formas de utilização das mídias de informação, principalmente a internet e softwares livres como um recurso no processo de aprendizagem.

A utilização do computador em sala de aula vai muito além da simples tarefa de ensinar e receber trabalhos ou pesquisas dos alunos, redigir um texto no editor de texto, enviar e receber mensagens ou criar um blog.

O computador através do uso adequado dos softwares livres oportuniza ao aluno a condição única de manipular e reinventar teorias e visualizar mecanismos de simulação dos fenômenos físicos e químicos.

Conhecer a ciência tem demonstrado ser uma enorme aventura intelectual. Conhecer a sua história constitui, muitas vezes, um gostoso garimpar nos rascunhos do passado, vendo o quanto cada civilização se desenvolveu até um determinado estágio para poder enfrentar os desafios da natureza. Hoje, da mesma maneira que para nossos ancestrais, a ciência está sempre presente. A tecnologia envolvida na construção de uma faca de pedra polida foi tão desafiadora quanto a inteligência posta a serviço do desenvolvimento de um supercomputador neste final de século XX. (CHASSOT, 1995, p.9)

A função do professor nesse novo contexto é a de um mediador. Este deve criar situações-problema desafiadoras que levem o aluno à crítica, a discussão, a re-elaboração dos conceitos para que transformem essas informações em conhecimentos.

Por isso, acredita-se que é necessário um novo olhar para a escola, políticas públicas, não somente para a instalação de modernos laboratórios de informática em cada escola, mas de uma assessoria e formação de qualidade para os professores. A partir de projetos interdisciplinares e de um trabalho de planejamento coletivo com professores capacitados pode-se fazer uma educação de qualidade.

[...] Aprender é, no seu âmago, saber fazer-se sujeito de sua própria história, individual e coletiva, poderíamos procurar enxergar o ensino de História da ciência como uma oportunidade de realizar esse processo re-constutivo, uma vez que a própria história é esse ir e vir sucessivo. (DEMO, 2000, p.51)

Objetivando um novo olhar sobre minha prática educativa, optei por fazer esse trabalho utilizando-se do software educativo Avogadro para acrescentar mais qualidade ao meu trabalho docente em sala de aula na disciplina de Química.

### **3. MÉTODO**

Este trabalho de pesquisa foi desenvolvido na forma de uma pesquisa qualitativa e quantitativa através do desenvolvimento do conteúdo do Primeiro Ano do Ensino Médio sobre ligações químicas interatômicas (ligações que ocorrem entre os átomos para formar as moléculas das substâncias), geometria molecular (como os átomos estão dispostos no espaço formando as moléculas), polaridade das moléculas (quais possuem momento dipolar nulo e quais possuem momento dipolar diferente de zero) e solubilidade (condições de solubilidade de uma substância em outra – interações entre as moléculas nos estados físicos, sólido e líquido) usando o software Avogadro.

O trabalho foi desenvolvido no 2º Trimestre de 2011 na Escola Estadual Tiradentes de Santo Ângelo com os alunos das quatro (04) turmas do Primeiro Ano do Ensino Médio. Para os alunos de duas turmas, turma 101 e turma 103, foram desenvolvidas apenas aulas expositivas dialogadas sobre ligações químicas. Foi usado apenas quadro-verde, giz e livro texto. Os alunos das outras duas turmas, a turma 102 e a turma 104, foram levados para o laboratório de informática da escola, durante dois períodos de aulas (cada período de aula corresponde a 50 minutos) e trabalharam com o software Avogadro construindo moléculas

formadas por dois, três, quatro e cinco átomos em grupos de 2 a 3 alunos por computador. Observou-se que os alunos não demoraram começar a descobrir e explorar o software Avogadro. Aproximadamente 15 minutos, foi o tempo para que se familiarizassem com os comandos de desenho de moléculas, colocá-las em rotação, medir os ângulos entre as suas ligações e determinar a sua geometria molecular.

No laboratório foram construídas as moléculas, conforme apresentado na tabela 1.

Moléculas	Exemplos	Geometria molecular	Polaridade molecular
Diatômicas	H <sub>2</sub> , N <sub>2</sub> , O <sub>2</sub> , F <sub>2</sub> , Cl <sub>2</sub> , Br <sub>2</sub> , I <sub>2</sub>	Linear	Apolar
	HF, HCl, HBr, HI, CO	Linear	Polar
Tri-atômicas	BeH <sub>2</sub> , CO <sub>2</sub> , CS <sub>2</sub> , BeCl <sub>2</sub>	Linear	Apolar
	H <sub>2</sub> S, H <sub>2</sub> O, O <sub>3</sub> , SO <sub>2</sub>	Angular	Polar
Tetra-atômicas	BH <sub>3</sub> , AlCl <sub>3</sub> , SO <sub>3</sub> , AlH <sub>3</sub>	Trigonal plana	Apolar
	NH <sub>3</sub> , NCl <sub>3</sub> , PH <sub>3</sub> , PCl <sub>3</sub>	Piramidal	Polar
Penta-atômicas	CH <sub>4</sub> , CCl <sub>4</sub> , SiH <sub>4</sub> , SiF <sub>4</sub>	Tetraédrica	Apolar
	CH <sub>3</sub> Cl, CHCl <sub>3</sub> , SiH <sub>2</sub> Cl <sub>2</sub>	Tetraédrica	Polar

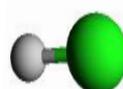
Tabela 1. Moléculas desenhadas pelos alunos com auxílio do software Avogadro.

A figura 4 apresenta exemplos de moléculas construídas pelos alunos com ajuda do software Avogadro.



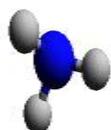
Molécula H<sub>2</sub>O

(angular – polar)



Molécula HCl

(linear – polar)



Molécula NH<sub>3</sub>

(piramidal – polar)



Molécula CH<sub>4</sub>

(tetraédrica – apolar)

Figura 4 - Exemplos de moléculas – Alunos do 1º Ano do Ensino Médio

Num segundo momento foram trabalhadas atividades em sala de aula sobre o conteúdo estudado. As atividades trabalhadas em sala de aula foram as mesmas para todos os alunos das quatro turmas. Após, essas atividades foram corrigidas e discutidas as dúvidas em cada sala de aula.

Já no terceiro momento foi aplicada uma avaliação individual para todos os alunos. As questões dessa avaliação eram as mesmas para todas as turmas. A avaliação é constituída por questões de múltipla escolha, questões para responder justificando a resposta e questões para fazer a representação de moléculas através de bolinhas semelhantes às do software Avogadro.

Os resultados obtidos pelos alunos são apresentados na tabela 2.

TURMA 101		TURMA 103		TURMA 102		TURMA 104	
Aula normal		Aula normal		Avogadro		Avogadro	
Alunos	Nota/100	Alunos	Nota/100	Alunos	Nota/100	Alunos	Nota/100
1	25	1	55	1	68	1	68
2	58	2	58	2	33	2	83
3	25	3	63	3	83	3	80
4	23	4	60	4	58	4	70
5	80	5	88	5	35	5	60
6	83	6	50	6	83	6	23
7	73	7	65	7	68	7	48
8	53	8	40	8	68	8	68
9	53	9	58	9	90	9	45
10	58	10	68	10	53	10	60
11	73	11	50	11	58	11	95
12	73	12	68	12	90	12	93
13	68	13	45	13	63	13	63
14	50	14	73	14	63	14	80
15	65	15	75	15	50	15	48
16	28	16	75	16	55	16	73
17	73	17	73	17	63	17	85
18	50	18	38	18	80	18	58
19	73	19	83	19	40	19	73
20	25	20	58	20	83	20	20
21	15	21	63	21	73	21	75
22	53	22	90	22	65	22	80
23	63	23	88				
24	50	24	68				
25	68	25	55				
26	55	26	60				
		27	68				
<b>MÉDIA</b>	<b>54,34</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>64,25</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>67,71</b>	<b>MÉDIA</b>	<b>65,81</b>

Tabela 2. Resultado da avaliação individual.

#### 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A partir da análise dos dados obtidos a partir da avaliação aplicada aos alunos pode-se observar que há uma variação para maior na média das turmas 102 e 104 que trabalharam com o software Avogadro. Os resultados obtidos pelas turmas 102 e 104 se devem a um melhor entendimento e compreensão dos conceitos envolvidos no conteúdo estudado.

Pode-se observar que a diferença entre as médias das turmas 101 (a menor média) e 102 (maior média) é de 13,37. Considerando as diferenças individuais dos alunos que compõe cada turma pode-se afirmar que é uma diferença significativa. O aproveitamento dos alunos da turma 102 revela-se 13,37% maior que o aproveitamento dos alunos da turma 101, considerando que a faixa etária dos alunos das duas turmas é entre 15 e 17 anos.

O interesse e a participação dos alunos das turmas 102 e 104 foi consideravelmente melhor do que a participação dos alunos das turmas 101 e 103. Surgiram questionamentos que nas outras duas turmas não surgiram. Os alunos mostraram-se mais interessados e participativos durante o desenvolvimento da aula.

Diretamente ou indiretamente, o professor em pleno exercício de sua função em sala de aula, alicerça seu trabalho numa crença que julga ser um norte para a aprendizagem dos conceitos de sua disciplina. Essa base da sua crença pode ser chamada de Teoria de Aprendizagem. De acordo com Moreira “... uma teoria de aprendizagem é, então, uma construção humana para interpretar sistematicamente a área de conhecimento que chamamos de aprendizagem”. (MOREIRA, 2011)

Conhecem-se várias teorias de aprendizagem, tais como, de Vygotsky, Paulo Freire, Ausubel, Johnson-Laird, entre outros. Cada teórico propõe uma explicação de como se dá a aprendizagem de cada indivíduo. A justificativa do como um indivíduo interage como o meio e constrói as aprendizagens significativas.

Moreira (2011) aponta para o fato de “Johnson-Laird distinguir três tipos de construtos representacionais: modelos mentais, imagens e proposições. Considera que os modelos mentais e as imagens são representações de alto nível, essenciais para compreender a cognição humana.”

Enquanto o aluno escuta o professor falando em átomos e moléculas, por exemplo, passa a elaborar modelos representativos desses eventos. Esses modelos mentais passam a ancorar (subsunoers segundo Ausubel) para novas elaborações mentais. Conforme Moreira, “[...] seres humanos traduzem eventos externos em modelos internos, raciocinam manipulando

estas representações simbólicas e podem traduzir em ações os símbolos resultantes dessa manipulação”. (MOREIRA, 2011)

Trabalhar com modelos mentais de forma eficaz é um processo individual, ou seja, está relacionado à formação de modelos individuais por cada um dos alunos envolvidos no processo. Também não se tem garantias de que todos construirão modelos adequados ao que se pretende aprender.

Mesmo assim, acredita-se ser importante para a aprendizagem dos conteúdos de uma disciplina, neste caso, de Química, mais especificamente sobre modelos de geometria de moléculas, o uso do software Avogadro porque é um recurso pedagógico que contribui para a elaboração dos modelos mentais de átomos e moléculas.

Intervir nos modelos mentais é uma tarefa complicada por que são construções que estão dentro do cérebro de cada indivíduo. Tornar esses modelos visíveis para poder inferir de uma maneira mais significativa pelo professor constitui-se numa tarefa individual porque cada aluno aprende as coisas de maneiras diferentes, por exemplo, alguns sentem mais facilidade em aprender lendo outros escutando, outros observando e assim por diante.

Quanto mais os alunos ampliam seus modelos mentais mais fáceis se torna interagir com outros conceitos relacionados aos anteriores. Farão novas relações e interlocuções abstraído para outras fronteiras do conhecimento.

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A partir do que foi exposto durante o trabalho, cabe ressaltar que o uso das ferramentas computacionais em sala de aula proporciona ganhos relevantes ao processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Aulas expositivas apenas tornam o ambiente de sala de aula desinteressado e cansativo. As aulas ficam monótonas e os alunos desinteressados.

Se há, mesmo que pequenos investimentos dos governos para equipar as escolas públicas com laboratórios de informática, já são possíveis vislumbrar novas formas de ensino e aprendizagem. Mesmo que os professores tenham dificuldades ou relutância em desenvolver seus conteúdos programáticos utilizando os recursos que o computador oferece através de uma série de possibilidades, quer seja pela internet ou com o uso de softwares livres nas mais diversas disciplinas do Currículo Escolar, é possível transformar o ambiente escolar de sala de aula num espaço atrativo, enriquecedor e propício às novas formas de aprendizagem.

Talvez num primeiro momento não se perceba a importância desse pequeno passo. Mas como toda mudança começa com pequenos avanços, acredita-se que este seja o ponto de partida para uma nova consciência de que a escola brasileira necessita de urgentes mudanças para acompanhar os avanços científicos e tecnológicos da sociedade moderna.

A sociedade carece de cidadãos críticos, participativos imbuídos de uma cultura de cidadania com direitos e deveres iguais. Pessoas preocupadas com o futuro do planeta Terra. E esses cidadãos serão lapidados nas escolas a partir de uma nova postura dos professores frente aos processos de aprendizagens.

Talvez o ponto mais difícil dessa mudança esteja justamente naqueles de quem se espera os primeiros movimentos num novo rumo dessa caminhada. Não por culpa de não querer fazer essa mudança ou de sentir insegurança e medo para se lançar em novos desafios, medo de que o aluno sabe mais do que o professor, medo de que não saberá o que fazer quando sentar em frente ao computador, medo de ser criticado por não dominar totalmente as ferramentas da informática. Nem tão pouco por comodismo. Toda mudança gera insegurança pois sempre há uma cobrança por resultados que talvez não sejam imediatos, palpáveis e mensuráveis a curto prazo.

Na própria formação do professor não estava contemplada essa mudança de paradigmas da sociedade. No seu curso de graduação não recebeu formação adequada para enfrentar os novos desafios, pois a sociedade passou por grandes transformações, não só econômicas e políticas, mas de comportamento nas últimas duas décadas jamais vistas antes.

As novas tecnologias de comunicação e informação evoluíram o modo de pensar e agir especialmente desta última geração. O professor muitas vezes não sabe que atitudes tomar frente às mudanças e situações cotidianas de sala de aula. São situações desafiadoras e que requerem muita habilidade para contorná-las.

A formação continuada é uma possibilidade e uma necessidade ao mesmo tempo. Cada vez mais rapidamente as transformações sociais vão ocorrendo e a escola precisa acompanhá-las. É um grande desafio para os profissionais em educação.

Hoje, os alunos não aceitam mais essa forma expositiva de aula. Eles querem participar, dar a sua opinião. Os alunos antes passivos agora tornaram-se ativos. Essa nova postura dos alunos obriga aos professores uma nova atitude, uma nova forma de conduzir o processo de ensino-aprendizagem. Antes o professor era aquela pessoa que trazia para a sala de aula todas as informações de que se dispunha para determinado assunto. Hoje não, os alunos têm acesso à todo tipo de informação. Eles acessam as informações a partir de um celular. A postura do professor é outra.

De um doutrinador, daquela pessoa que despejava conteúdos nos alunos, passou a ter um papel de mediador no processo de ensino-aprendizagem. A função do professor é de orientador dos alunos, um colaborador para que possam transformar as informações em conhecimentos.

Passar a usar o software Avogadro, por exemplo, exigiu uma nova postura como professor, uma nova visão do processo de ensino-aprendizagem. Foi preciso vencer os “medos” e aos poucos fazer uma transição entre um professor que acreditava saber tudo e capaz de ensinar aos alunos através de uma aula expositiva para um orientador do processo de apropriação dos saberes, onde cada aluno é o responsável pelo seu aprendizado.

É difícil essa mudança? É com certeza porque envolve mudanças de atitudes. Assumir novas posturas exige preparo e coragem para enfrentar novos desafios. É um constante aprendizado.

## 6. CONCLUSÃO

O uso do software livre Avogadro para o desenvolvimento dos conteúdos envolvendo ligações interatômicas e ligações intermoleculares na disciplina de Química no 1º Ano do Ensino Médio potencializou a construção dos conhecimentos, pois envolveu a participação direta dos alunos na construção das moléculas. A partir dessa interação aluno-máquina (computador) ficou evidente: a) primeiro o interesse dos alunos pelo conteúdo porque eles sentiram-se responsáveis pela construção das moléculas, passaram a ser os co-autores do processo; b) segundo, a aula deixou de ter um formato de aula tradicional onde o professor é quem sabe e o aluno não. De passivo o aluno passou ao papel de ator e toda construção que envolve a participação e criação dos alunos torna-se um processo prazeroso; c) terceiro, houve uma interlocução professor-aluno; aluno-professor e aluno-aluno. Nesse contexto as discussões tornaram-se interessantes porque houve a necessidade de retomada de conceitos já estudados e a busca por novas definições para estabelecer relações entre as situações estudadas. Como por exemplo, como a questão: por quê a molécula da água ( $\text{H}_2\text{O}$ ) é polar e a do gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) é apolar se ambas possuem o mesmo número de átomos em cada molécula Ou ainda porque a molécula do gás fosfina ( $\text{PH}_3$ ) tem um momento dipolar menor do que a molécula da amônia ( $\text{NH}_3$ ) se os átomos de nitrogênio (N) e fósforo (P) estão localizados na mesma família (Grupo 15) da Classificação Periódica dos Elementos (Tabela Periódica)?

Acredita-se que essa participação efetiva dos alunos foi motivada justamente por sentirem-se responsáveis pela busca de explicações para as próprias dúvidas que foram surgindo durante o desenvolvimento da aula. A constante inquietação e os “porquês” que surgiam devido às demandas de novas dúvidas e inquietações forma fundamentais para o diferencial desta aula. A grande maioria dos alunos envolveu-se no processo.

As dúvidas com relação de como trabalhar com o software Avogadro foram sendo dirimidas à medida que a aula transcorria. Um grupo de alunos ajudava outro grupo de alunos que tinha menos domínio e agilidade com o computador e o software. O trabalho colaborativo entre os grupos de alunos é um fator facilitador para o professor que não precisa conhecer totalmente o mecanismo de funcionamento do software. É uma descoberta conjunta entre aluno-professor e isso fortalece a relação simbiótica entre ambos. As trocas entre grupos de alunos e professor no processo de ensino-aprendizagem propiciam uma relação de reciprocidade e os próprios alunos sentem-se responsáveis pela caminhada, pela busca de novos conhecimentos e isso se torna prazeroso para ambos.

Além de proporcionar uma visualização das moléculas a partir do estabelecimento das ligações que ocorrem entre os átomos que as formam, o software Avogadro proporciona a interatividade entre os saberes científicos já elaborados pela humanidade e a utilização do computador como uma valiosa ferramenta no processo de aprendizagem. Se as escolas, na sua maioria possuem laboratórios de informática, por que não usá-los para tornar as aulas mais atraentes e interativas? Não é necessário um domínio total do computador e do software pelo professor porque os próprios alunos se encarregarão de fazer as descobertas de como usá-los. O papel de orientador do professor no processo será o de facilitador das aprendizagens significativas. É muito gratificante ver uma sala de aula com alunos felizes e envolvidos com responsabilidade na busca de novos saberes.

Pode-se concluir que o Software Avogadro é uma ferramenta de grande valia para o desenvolvimento das aulas na disciplina de Química, porque além de tornar possível uma visualização das moléculas em 3D, é um programa que torna a aula agradável e a participação dos alunos que se sentem envolvidos no processo. O mais importante é justamente esse envolvimento dos alunos no processo que faz com que realmente ocorra uma aprendizagem diferenciada e significativa como pode-se observar nos resultados da avaliação realizada neste trabalho.

## 7. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Mário N. P., PINHEIRO, Eduardo A. A., FILHO, Heronides A. D., MARINHO, andrey M. R. Marinho. Software Educativo Avogadro 0.8.1 auxiliando ensino de Química <http://sec.s bq.org.br/cdrom/32ra/resumos/T2153-2.pdf>. Acesso em 12 de novembro de 2011.

AVOGADRO, Software Livre. Disponível em: <http://sourceforge.net/projects/avogadro/files/avogadro/1.0.3/Avogadro-1.0.3-win32.exe.download>. Acesso em 20 de maio de 2011.

BARROS, Jorge Pedro de; D'AMBROSIO, Ubiratan. **Computadores, Escola e Sociedade**. São Paulo. Editora Scipione LTDA. 1988

CHASSOT, Ático, **A Ciência através dos Tempos**; 2 ed. ref. São Paulo: Moderna, 2008. 280p.

CHASSOT, Ático, **Catalisando transformações na educação**; editora UNIJUÍ, 1995.

CHAVES, Eduardo O. C.; SETZER, Valdemar W. O uso de computadores em escolas: fundamentos e críticas. São Paulo: Scipione, 1988. 127 p.

DEMO, Pedro, **Saber pensar**. São Paulo; Cortez: Instituto Paulo Freire, 2000.

**DESENVOLVENDO HABILIDADES VISUOESPACIAIS: USO DE SOFTWARE DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DE ISOMERIA GEOMÉTRICA EM QUÍMICA.** [http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=eenci&cod=\\_desenvolvendohabilidades](http://www.ciencia.iao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=eenci&cod=_desenvolvendohabilidades) . Acesso em 30 de abril de 2011.

FERNANDES, Natal Lânia Roque. **Professores e computadores – Navegar é preciso!** Porto Alegre: Mediação, 2004. 109p.

GIMENO SACRISTÁN< José. O Currículo: uma reflexão sobre a prática. 3. ed. Porto Alegre: Artemed.

LÉVY, Pierre. **As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática**. São Paulo. Editora 34 Ltda, 2001.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo. Editora Pedagógica e Universitária Ltda. 2011.

MOREIRA, Antônio Flávio Moreira - Currículo: **Questões Atuais** - Editora Papirus. 2000.

MORAES, Raquel de Almeida. **Informática na Educação: o que você precisa saber sobre**. Rio de Janeiro. Editora DP&A, 2002

PAPERT, Seymour; COSTA, Sandra. A máquina das crianças: repensando a escola na era da informática. Porto Alegre: Artes Médicas, 2002. 210p.

PEREIRA, Luan da Costa; OLIVEIRA, Cíntia Beatriz de. **INTRODUZINDO A QUÍMICA COMPUTACIONAL NO ENSINO MÉDIO.**

<http://www.annq.org/congresso2011/arquivos/1300240998.pdf>. Acessado em 14 de novembro de 2011.

RAUPP, Daniele; SERRANO, Agostinho. **DESENVOLVENDO HABILIDADES VISUOESPACIAIS: USO DE SOFTWARE DE CONSTRUÇÃO DE MODELOS MOLECULARES NO ENSINO DE ISOMERIA GEOMÉTRICA EM QUÍMICA.** [http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo\\_ID73/v4\\_n1\\_a2009.pdf](http://www.if.ufrgs.br/eenci/artigos/Artigo_ID73/v4_n1_a2009.pdf). Acessado em 14 de novembro de 2011.

RIBEIRO, Walber Henrique F., MELO, Miriam Ferreira Mel., MONTEIRO, Silvia Helena 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.** <http://www.xveneq2010.unb.br/resumos/R0957-2.pdf>. Acessado em 11 de novembro de 2011.

SARDELA, Antônio. **Curso de Química.** São Paulo. Editora Ática. 1998.

SILVA, Cibelle Celestino (org). **Estudos de História e Filosofia das Ciências.** São Paulo. Editora Livraria da Física. 2006

SILVA, Marco. **Sala de aula interativa.** 2ª Ed; ver. e amp. Rio de Janeiro: Quartet. 2001. 215p.