



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

**SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS APLICADAS AO ENSINO DE
QUÍMICA: UMA AVALIAÇÃO DE DISCENTES DO ENSINO MÉDIO**

ALEX ROGER TEIXEIRA

FLORIANÓPOLIS

2015

Alex Roger Teixeira

**SIMULAÇÕES COMPUTACIONAIS APLICADAS AO ENSINO DE QUÍMICA: UMA
AVALIAÇÃO DE DISCENTES DO ENSINO MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Curso II apresentado ao Departamento de Química, do Centro de Ciências Físicas e Matemáticas da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do título de Licenciado em Química, sob a orientação do Prof. Dr. José Carlos Gesser.

Florianópolis

2015

*“Educação não transforma o mundo. Educação muda
pessoas. Pessoas transformam o mundo”.*

Paulo Freire

AGRADECIMENTOS

Começo agradecendo a minha família, em especial minha mãe que não teve oportunidade de estudar em sua vida, mas sempre buscou fazer de tudo para que seus filhos a tivessem. E meus irmãos, que sempre me apoiaram e me garantiram suporte tanto emocional quanto financeiro para a minha jornada na universidade.

Agradeço as pessoas que conheci durante esse tempo, aos professores que me possibilitaram construir um aprendizado sólido, não apenas como químico, mas também como cidadão crítico. E também, aos amigos que se tornaram irmãos, dividindo experiências e saberes, com certeza vou levá-los comigo para o resto da vida.

Sem esquecer da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES pelo subsídio financeiro durante a participação no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência – PIBID, auxiliando em minha formação com a inserção na realidade escolar.

Por fim, agradeço aos coordenadores, supervisores de estágio, orientadores e demais pessoas que de alguma maneira colaboraram no meu processo formativo, possibilitando alcançar meus objetivos e idealizar outros a serem atingidos. Tanto em minha vida quanto na Química, na carreira docente, a qual pretendo seguir com seriedade, responsabilidade e dedicação, contribuindo para uma educação de qualidade para a vida das pessoas.

RESUMO

O presente trabalho buscou analisar a avaliação de discentes do ensino médio sobre uma atividade no laboratório de informática de uma escola, a qual se utilizou softwares de simulação computacional. Entende-se que o uso de tecnologias de informação e comunicação e mídias no ensino, são recursos muito valorizados em nossos dias, e que os objetivos de sua utilização giram em torno de vários pontos. Neste trabalho foi planejada e desenvolvida uma atividade de intervenção didática fundamentada na utilização dos softwares de simulação, sobre o estudo das leis dos gases ideais. A pesquisa foi realizada com discentes do primeiro ano do ensino médio de uma escola de educação básica em Florianópolis, na disciplina de Química. Os dados da pesquisa foram obtidos através de um questionário, utilizando como base a escala Likert. Posteriormente, através da sua análise verificou-se que a atividade se mostrou positiva, tendo em vista que a porcentagem de discordância ou indecisão de algumas afirmativas, no geral, não foi alta. Com isso, a atividade que envolveu a utilização dos softwares simuladores no ensino de Química mostrou ser uma maneira possível de favorecer a construção e reconstrução do conhecimento do aluno, capacidade de suprir (porém não substituir) as aulas experimentais de laboratório e contribuir para aplicação de novos métodos de ensino e aprendizagem por parte do docente, que contemplem a utilização das novas tecnologias que se inserem no âmbito escolar.

Palavras-chave: software, simulações, construção do conhecimento.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

C – Concordo

CF – Concordo Fortemente

D – Discordo

DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio

DF – Discordo Fortemente

I – Indeciso

PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio

PhET - Physics Education Technology

PIBID - Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Interface do software de simulação "estados da matéria". Água no estado sólido

Figura 2 – Interface do software de simulação "estados da matéria". Água no estado líquido

Figura 3 – Interface do software de simulação "estados da matéria". Água, estado gasoso

Figura 4 – Interface do software de simulação "estados da matéria". Água, transições de fase

Figura 5 – Interface do software de simulação "propriedades dos gases". Variável de estado constante: volume

Figura 6 – Interface do software de simulação "propriedades dos gases". Variável de estado constante: temperatura

Figura 7 – Interface do software de simulação "propriedades dos gases". Variável de estado constante: pressão

Figura 8 – Interface do software de simulação "propriedades dos gases". Nenhuma variável de estado constante

Figura 9 – Gráfico relativo a análise das afirmativas da categoria um.

Figura 10 – Gráfico relativo a análise das afirmativas da categoria dois.

Figura 11 – Gráfico relativo a análise das afirmativas da categoria três.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Análise quantitativa das afirmativas.

SUMÁRIO

1. Introdução	6
1.1. Justificativa.....	6
1.2. Questão de pesquisa e objetivos	7
2. Fundamentação Teórica.....	9
2.1. Utilização de softwares educativos como recurso didático de aprendizagem.....	9
2.2. Utilização de softwares de simulação no ensino de química	12
3. Metodologia	15
3.1. Proposta de intervenção didática	15
3.2. Contexto	21
3.3. Instrumento de pesquisa e análise	22
4. Análise quantitativa e qualitativa dos dados.....	23
4.1. Categorização.....	23
4.2. Análise quantitativa dos dados.....	29
5. Considerações finais	33
6. Referências Bibliográficas.....	33
7. Anexos.....	36
7.1. Anexo 1.....	36
8. Apêndices.....	47
8.1. Apêndice 1.....	47
8.2. Apêndice 2.....	52
8.3. Apêndice 3.....	53

1. INTRODUÇÃO

A seguir, apresenta-se a justificativa que sustenta a realização desse trabalho, e também, a questão de pesquisa e os objetivos.

1.1 Justificativa

Muito se discute sobre as dificuldades e desafios que o professor de química enfrenta para ensinar seus alunos. Diversos motivos norteiam essa realidade, um exemplo é a falta de interesse manifestada pelos discentes em relação à disciplina, que apresenta conteúdos julgados como complexos, mesmo estando presentes em diversas situações do nosso cotidiano. Outro fato importante a ser destacado, é inserção cada vez maior de tecnologias como a informática na vida das pessoas, dos próprios alunos. Conforme Barão (2006) comenta, estão o tempo todo recorrendo à ela, seja em seus celulares, diversão ou até mesmo pesquisa e, ao passo que tudo isso se torna possível, nota-se que cada vez menos o aluno se interessa pela escola ou escolhe alguma disciplina para elegê-la a mais difícil.

Vivemos rodeados pela tecnologia, e ela está inserida fortemente em nossas escolas. Mas mesmo assim, muitos professores não fazem proveito dessa poderosa ferramenta como um instrumento de ensino ou auxiliar didático nas suas aulas, uma vez que muitos deles acreditam que isso tornará o ensino tecnicista e superficial. Ou ainda, substituirá o papel docente, como os robôs substituíram os trabalhadores no setor industrial (Sant'Ana e Araújo, 2011).

Segundo Sant'Ana e Araújo (2011) é impossível em nossos dias que um professor atue de forma eficaz utilizando somente aulas tradicionais e não seja aberto às mudanças tecnológicas que se alastram ao seu redor. Isso porque as crianças e adolescentes de hoje tem acesso a essas mais variadas tecnologias, dentro ou fora da sala de aula. Pensando nisso, surgem os seguintes questionamentos: por que não fazer o uso de tecnologias como computadores e softwares numa tentativa de atrair o aluno para a aula? Por que não o fazer nas aulas de Química?

Em relação a questões como essa, e novas metodologias de ensino que podem surgir a partir disso, Kenski (2003) relata que:

Um novo tempo, um novo espaço e outras maneiras de pensar e fazer educação são exigidos na sociedade da informação. O amplo acesso e o amplo uso das novas tecnologias condiciona a reorganização dos currículos, dos modos de gestão e das metodologias utilizadas na prática educacional (KENSKI, 2003 p. 78).

Barão (2006), a respeito do ensino de química, comenta sobre ensinar em ambientes virtuais, mencionando que o aluno desestimulado é chamado ao aprendizado de uma maneira lúdica e interativa. E também, que os conteúdos abstratos e de difícil assimilação sejam mais facilmente compreendidos através do uso desses espaços virtuais, uma vez que a química trabalha muito com aspectos microscópicos, o papel do computador dentro dessa disciplina seria tornar possível a visualização de fenômenos de “complicada realização”, que podem fazer uso ou não de reagentes caros e perigosos.

Disciplinas como a Química, Física, Biologia, por exemplo, possuem um potencial de contextualização muito abrangente. Porém, sabendo que em muitas situações os alunos ainda podem apresentar dificuldades de compreensão de assuntos e conteúdos, temos os softwares educativos para uso didático, e os que foram escolhidos para o desenvolvimento desse trabalho foram os softwares de simulação. Esses simulam uma situação ou processo que as teorias ou modelos explicativos descrevem e o aluno pode interagir numa tentativa de formular e reformular suas concepções.

Cabe ressaltar que o docente deve estar inteirado e atualizado para mediar o uso dessa tecnologia com seus alunos, que esteja claro que sua utilização deve objetivar a aprendizagem do discente. Uma vez que o papel do professor é insubstituível na formação do aluno, o computador pode auxiliá-lo nesse processo.

Sendo assim, considerando que em nossos dias o computador se faz cada vez mais presente no âmbito escolar e na vida dos estudantes, pode-se utilizar do mesmo como um recurso didático mediador, na tentativa de favorecer a construção e reconstrução do conhecimento pelos discentes.

Perante o exposto, apresenta-se a questão de pesquisa e os objetivos.

1.2 Questão de pesquisa e objetivos

Como estudantes do ensino médio qualificam e avaliam o uso de softwares de simulação computacional em aulas de química?

- **Objetivo geral**

Analisar a avaliação de estudantes do ensino médio sobre a utilização de softwares de simulação computacional em aulas de química. Se, de fato, isso pode contribuir para a aprendizagem dos discentes e também se isso se configura como uma boa alternativa metodológica no ensino de química.

- **Objetivos específicos**

- ✓ Elaborar e desenvolver uma proposta de intervenção didática estruturada na utilização de simulações computacionais na disciplina de química;
- ✓ Analisar a avaliação de discentes do ensino médio com a utilização de tal metodologia;
- ✓ Verificar se a utilização de softwares de simulação pode ser uma boa alternativa metodológica;
- ✓ Identificar possíveis vantagens do uso de simulações computacionais, sem que se tornem um instrumento que possa prejudicar a ação do professor em sala de aula;
- ✓ Contribuir para a discussão e possível aplicação de novos métodos de ensino pelo professor, que contribuam significativamente para a aprendizagem dos alunos;

Buscando atingir os objetivos listados, o trabalho está estruturado em três partes principais. Na primeira parte, se expõe a fundamentação teórica a qual possibilitou o desenvolvimento do projeto, que está subdividida em dois itens. O primeiro item definido como: a utilização de softwares educativos como recurso didático de aprendizagem, que apresenta um pouco das características desses softwares e alguns pontos importantes a serem considerados para a sua utilização. O segundo item definido como: utilização de softwares de simulação no ensino de química, o qual expõe algumas vantagens do uso de softwares simuladores como recurso didático em aulas de química teóricas ou experimentais.

Na segunda parte, apresenta-se a metodologia que foi utilizada na execução da pesquisa, embasada na fundamentação teórica exposta. Para a análise da atividade se fez uso de um questionário com escala Likert, com afirmativas pertinentes ao que fora proposto na atividade.

Na terceira parte do trabalho, encontra-se a análise do questionário referente a avaliação dos alunos em relação à atividade, sendo também discutidos os resultados obtidos. Por fim, apresenta-se as considerações finais da pesquisa.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Nessa parte, será primeiramente discutida a utilização de softwares computacionais como recurso didático de aprendizagem, a fim de identificar perspectivas que apontem seu uso como ferramenta de assimilação de conhecimento pelos discentes. Em seguida, será discutida a utilização desses softwares no ensino de química.

2.1 Utilização de softwares educativos como recurso didático de aprendizagem

Sobre uma abordagem de ensino na perspectiva considerada tradicional, Santos (2005) comenta que se baseia na prática educativa realizada pelo professor na “transmissão” dos conhecimentos, objeto primário, acumulados pela humanidade ao longo dos tempos, independente dos interesses dos alunos com relação aos conteúdos das disciplinas, sendo o aluno um simples depósito do conhecimento. No que diz respeito às abordagens fora dessa perspectiva, as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM, 2012) recomendam que a utilização de diferentes mídias como processo de dinamização dos ambientes de aprendizagem e construção de novos saberes deve ser considerada no projeto pedagógico das unidades escolares que oferecem o ensino médio.

Em se tratando de mídias, Prado (2005) expõe que o termo pode ser entendido como a designação para todos os meios de comunicação e respectivos veículos utilizados para divulgar uma informação ou mensagem. O equipamento que é utilizado na produção da informação também pode ser entendido como outra perspectiva do termo mídia.

Neste sentido, o computador como mídia, no ambiente escolar pode se condicionar como um importante recurso didático aos professores e alunos. Segundo Benite et. al. (2010):

[...] o computador permite diferentes meios de registro e representação da realidade e, desse modo, condiciona novas relações de comunicação estruturadas pelas múltiplas formas de representação da realidade, tais como gráficos ou animações, que provêm um conjunto diversificado de meios para planejar e estruturar as atividades de ensino e aprendizagem [...] (BENITE et. al. 2010 p. 71).

Para Rosa e Borba (2004), o uso do computador, exclusivamente, deve proporcionar um diferencial no processo de ensino, pois o sentido que se atribui à sua utilização é o fato dos mecanismos a mais que são oferecidos, qualidades peculiarmente computacionais como a busca e seleção rápida de informações e o retorno imediato de soluções. Para as autoras, ambientes educativos que envolvam computadores devem objetivar o acréscimo de valores aos meios tradicionais de aprendizagem.

Tendo em vista uma inserção cada vez maior no meio educacional, o computador é o recurso mediador dos softwares educativos, considerados novas ferramentas pedagógicas. Para Jucá (2006 p. 27): "A utilização dos computadores como recurso didático é um caminho irreversível tendo em vista a crescente versatilidade dos softwares educativos [...]".

Sobre o mesmo, Jucá (2006) relata que softwares só são considerados educativos quando são adequadamente utilizados em uma relação de ensino-aprendizagem. Acrescenta ainda que a característica que identifica um software como educativo é o seu desenvolvimento que é fundamentado em uma teoria de aprendizagem, a competência para que o discente construa o conhecimento sobre determinado assunto, o poder de interação entre o aluno e o programa mediado pelo docente e a facilidade de remodelação dos conteúdos.

Softwares educativos podem ser distribuídos em algumas classes como Sancho (1998) define, são elas: tutoriais, que possibilitam o acesso ao conteúdo didático através de ícones, e mostram concepções e explicações para realizar algumas tarefas peculiares; jogo, que mostra um ambiente na qual o jogador conhecendo algumas regras assume um papel e pratica estratégias para chegar a um objetivo; exercícios ou prática, que apontam problemas de uma determinada área para o aluno solucionar; monitoramento, que conduz os alunos e acompanha seu desenvolvimento do processo de aprendizagem como processo de modificação do seu estado interno; demonstração, que permite expor leis físicas, fórmulas químicas, conceitos matemáticos; e ainda, os softwares de simulação, que apresentam na tela a modelagem de um sistema ou situação real, utilizando gráficos e imagens animadas. Programas úteis quando não é possível se ter experiência real.

Sobre esse último, o mesmo autor ainda enfatiza que oferecem um meio exploratório para o aluno poder tomar suas decisões e comprovar seguidamente as consequências das mesmas. A explicação de temas abstratos, complexos ou impossíveis de observar, torna-se mais simples com a utilização desses programas, que ainda proporcionam o aprimoramento do raciocínio e resolução de problemas.

Ainda sobre softwares de simulação, eles também podem ser entendidos como programas que contém modelos de um sistema ou processo real. Autores como Ribeiro e Grega (2003) e Eichler e Del Pino (2000) concordam que a simulação como objeto de ensino, deve representar o funcionamento de um sistema real o qual as teorias e os modelos o descrevem, um sistema que é aparentemente o que a teoria o "supõe" como verdadeiro. Uma simulação computacional não oferece riscos ou restrições que um sistema real pode oferecer.

Melo e Melo, J. (2005) fazem algumas considerações importantes sobre o que o uso de um software pode proporcionar ao discente:

[...] os softwares apesar de não serem projetados para que o aluno os modifique, proporciona um tipo de interação com o programa que permite ao aluno visualizar eventos que acontecem em nível microscópico para construir posteriormente um modelo mental do fenômeno macroscópico, fazendo assim suas próprias inferências e previsões [...] (MELO e MELO, J. 2005 p.57).

Rosa e Borba (2004) afirmam que se partindo de uma proposta definida pelo professor, o aluno possuindo acesso aos softwares educativos, pode ser instigado a praticar ações que o possibilitem experimentar, interpretar, visualizar e abstrair informações. Porém, salientam um aspecto importante a ser observado. Se, de fato, os softwares escolhidos são relevantes para o desenvolvimento das atividades propostas pelo professor, se estão em consonância com os objetivos a serem alcançados com tal metodologia. Assim acrescentam:

Um aspecto de extrema relevância para o uso do computador na escola é saber escolher softwares com os quais vão ser desenvolvidas atividades de ensino. O educador quando resolver utilizar um software no auxílio da aprendizagem de algum conteúdo deve saber avaliar suas possibilidades e limitações. Deve-se procurar identificar se o programa ajuda de forma diferenciada a alcançar os objetivos propostos ou se é apenas um recurso diferente, mas sem contribuições adicionais ao processo ensino-aprendizagem” (ROSA e BORBA 2004 p. 1 e 2).

O professor deve evitar que o aluno, quando trabalhando com software de simulação ou modelagem, acredite que o mundo real pode ser simplificado e controlado da mesma forma que o programa. O objetivo é criar condições para o aluno fazer a transição entre a simulação e o fenômeno no mundo real (SOUZA et. al. 2004).

Nogueira et. al. (2013) comentam que os docentes devem estar cientes que a presença de novas tecnologias nas escolas públicas e privadas, como o computador, implica em novos papéis, novos comportamentos e novas práticas e responsabilidade não só na escola, mas também na sociedade. Sendo sua ação, portanto, decisiva para que isso de fato se transforme em algo que traga benefício a seus alunos e a si mesmo, assim como qualquer outro recurso utilizado em sala de aula.

Mesmo assim, o uso de softwares educativos como instrumento de ensino, e em particular softwares de simulação, se mostram uma metodologia acessível. Devemos ter em mente que a aprendizagem de um aluno não é garantida pela utilização única e exclusiva desses softwares, mesmo eles sendo ferramentas as quais, teoricamente, podem propiciar essa

aprendizagem. O professor como mediador do conhecimento deve utilizar esse recurso de uma maneira consciente, objetivando a aquisição do saber pelo aluno. Não devendo considera-lo como uma espécie de “joguinho” ou uma “atividade de passa tempo”. Afinal a utilização desses recursos não substitui o papel docente, mas amplia as possibilidades do mesmo.

2.2 Utilização de softwares de simulação no ensino de química

A química é uma ciência que está presente na vida de todas as pessoas. Por possuir conteúdos complexos e às vezes abstratos, se torna uma disciplina de difícil compreensão pelos alunos, que acabam manifestando desinteresse e desmotivação com relação à mesma. Com o intuito de promover uma mudança nesse quadro, abordagens diferenciadas no ensino de química têm sido propostas, e com a inserção cada vez maior das tecnologias nas escolas, como o computador, abordagens baseadas na sua utilização tem sido objeto de estudo nos últimos tempos.

A informática tem contribuído para a mudança desse quadro no ensino de química. A reversão do afastamento manifestado por parte dos alunos, com relação ao docente que treina macetes e fórmulas para decorar, tem se dado por meio das simulações de computador (SILVEIRA et. al. 2013 p.134).

Muitos autores relatam que a utilização de softwares no ensino, em particular o ensino de química, pode contribuir para a aprendizagem e construção do conhecimento pelos discentes. O aluno poderá ter uma melhor compreensão de modelos teóricos estabelecidos, fenômenos estudados, por exemplo, sem que os mesmos sejam apenas debatidos e posteriormente tornem-se abstratos. Diante disso, Melo et. al. (2005) comentam que softwares de simulação são:

[...] uma nova opção no ensino da química, visando substituir as representações pictóricas, esquemáticas e os modelos estáticos anteriormente utilizados por ferramentas que proporcionam visualização de representações de modelos dinâmicos, proporcionando condições aos alunos de desenvolverem a compreensão conceitual dos estudos, sem que haja apenas o uso mecânico dos conceitos que envolvem os fenômenos estudados (MELO et. al. 2005, p.61).

Presente também dentre as recomendações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (BRASIL, 2002), a utilização de softwares no ensino de química é discutida, sobre tudo, a importância da avaliação do software pelo docente e a interação entre professor, aluno e programa.

[...] há também, hoje em dia, um conjunto de programas para o ensino de Química disponível (no mercado e na rede), cuja aplicação aos alunos deve ser avaliada pelo

professor, levando em consideração a qualidade do programa, das informações fornecidas, o enfoque pedagógico, à adequação ao desenvolvimento cognitivo do aluno e a linguagem. Esse recurso também pode ser usado pelo professor ou pelo aluno para a criação de seus próprios materiais: na redação de textos, simulação de experimentos, construção de tabelas e gráficos, representação de modelos de moléculas. É também um meio ágil de comunicação entre o professor e os alunos, possibilitando, por exemplo, a troca de informações na resolução de exercícios, na discussão de um problema, ou na elaboração de relatórios (BRASIL, 2002 p.109).

Com relação ao uso do laboratório de ciências, seja química, física ou biologia, existem escolas que não possuem esse espaço para realização de atividades experimentais. O professor pode fazer uso dos softwares educativos, especialmente o de simulação, como estratégia de ensino, suprimindo aulas experimentais por experiências virtuais, que não oferecem risco à integridade física dos alunos. Cabe lembrar também, que os recursos que devem ser destinados à implantação de um laboratório de informática em uma escola são menores do que os que devem ser destinados à implantação de um laboratório de ciências, pois vão desde questões estruturais até as de segurança, que são mais caras em laboratórios de ciências. Perrenoud (2000) comenta sobre substituição de experiências no laboratório por operações virtuais:

[...] Um professor de biologia ou de química pode, hoje, substituir uma parte das experiências de laboratório – que continuam formativas por outras razões – através das operações virtuais que tornam muito menos tempo e, portanto, densificam as aprendizagens, porque é possível multiplicar as tentativas e os erros, sabendo imediatamente os resultados, e modificar as estratégias de acordo com a necessidade [...] (PERRENOUD, 2000, p. 133).

Zara (2011) também comenta que existem muitas formas de utilizar a informática educativa no ensino de Ciências, especialmente com os softwares de simulação que funcionam como verdadeiros laboratórios virtuais e que podem ser de grande valia em sala de aula, principalmente nas escolas que não possuem laboratórios adequados para aulas práticas. Em outro trecho, o autor afirma que o uso do computador aumenta as possibilidades de implantação de novas técnicas de ensino, uma vez que hoje o custo financeiro para implantação e manutenção de laboratórios de informática é relativamente baixo.

Cysneiros (1997) complementa:

[...] Utilizando o computador no processo ensino aprendizagem, pode-se trabalhar temas que apresentam maior grau de complexidade para o entendimento por parte do aluno. Vários softwares de simulação podem facilmente substituir caros laboratórios

de química e física, possibilitando a simulação de fenômenos naturais de maneira segura e obtendo os mesmos resultados [...] (CYSNEIROS. 1997 p. 45).

Nesse trecho o autor deixa claro um dos propósitos dos softwares de simulação, a suplência de um laboratório de ciências, entretanto, comete um equívoco ao mencionar que “se obtém os mesmos resultados”. Isto porque um software de simulação é programado para funcionar de forma em que o procedimento ocorra da maneira pela qual se espera, isto é, sem condições experimentais reais que possam vir a interferir nos resultados, como na prática real de laboratório.

É preciso salientar que mesmo os softwares de simulação sendo ferramentas as quais, dentre suas potencialidades, podem suprir a falta de um laboratório de ciências e auxiliar no desenvolvimento de atividades propostas pelo professor, sua utilização deve servir como um auxiliar didático. Porque, como Souza et. al. (2004) afirmam:

[...] É importante frisar que o computador não será capaz de substituir a pesquisa e a aula de laboratório. Além do efeito visual propriamente dito, existem outras habilidades e procedimentos que estão relacionadas à pesquisa científica que só podem ser proporcionadas por uma vivência prática [...] (SOUZA et. al. 2004, p.487).

Vale mencionar que escolas que possuem laboratórios de ciências, o uso de softwares de simulação não precisa ser desconsiderado, pois este pode ser uma importante ferramenta na visualização e compreensão dos conteúdos abordados mesmo em aulas experimentais nas disciplinas como a química. Lima e Moita (2011) relatam sobre a importância da ampliação dos conhecimentos químicos, mediante utilização de ferramentas tecnológicas, concomitante aos ensinamentos interativos, proporcionando ao educando a interdisciplinaridade e contextualização com a tecnologia. Dessa forma, se faz possível a construção de conhecimentos relevantes para sua vida.

Diante da revisão da literatura, fica evidente que a utilização de recursos tecnológicos como o computador e os softwares de simulação podem ser uma boa alternativa para o ensino de química, auxiliando o professor na sua prática docente e os alunos na construção e reconstrução de seus conhecimentos.

3. METODOLOGIA

A seguir, apresenta-se a proposta de intervenção didática realizada, o contexto do seu desenvolvimento e o instrumento de pesquisa utilizado.

3.1 Proposta de intervenção didática

Segundo Atkins e Paula (2006) um gás é o estado mais simples da matéria, é forma da matéria que enche qualquer recipiente que a contenha. A característica que diferencia um gás de um sólido ou líquido é o fato das suas partículas (átomos ou moléculas) estarem mais afastadas umas das outras em qualquer momento diferente de uma colisão.

O estudo dos gases é um conteúdo comum das disciplinas de Química e Física nos currículos da educação básica, sendo geralmente abordado ao final do primeiro ano na disciplina de Química no início do segundo ano na disciplina de Física. Oliveira et. al. (2014) comentam que se trata de um conteúdo interdisciplinar que permite também a utilização de vários exemplos práticos para contextualização, sendo uma ótima alternativa para o professor de Química ou Física propor atividades investigativas para os estudantes. Porém, o professor de Química acaba dando menos enfoque a esse tópico devido ao fato de privilegiar conteúdos como o de transformações da matéria, acreditando que o aluno o aprenderá no próximo ano na disciplina de Física. O que muitas vezes acaba ocorrendo no segundo ano é uma abordagem rápida e superficial desses conteúdos pelo professor de Física, o qual acredita que o discente já estudou no ano anterior na disciplina de Química os conteúdos em questão.

Os autores ainda comentam o fato do professor da disciplina e dos livros didáticos abordarem os conteúdos da Teoria Cinética dos Gases e a equação de estado dos gases ideais de uma maneira que o aluno apenas resolva cálculos relacionados aos assuntos. Dessa maneira, os discentes não têm a chance de ver as alterações e consequências que podem ocorrer em um sistema que contém um gás, mediante a alteração das variáveis temperatura, pressão e volume.

Como resultado da combinação de leis empíricas dos gases ideais, Lei de Boyle e Lei de Charles e Gay-Lussac e juntamente com o princípio de Avogadro, temos a equação geral de estado de um gás ideal. Atkins e Paula (2006) comentam que é estabelecido experimentalmente que se conhecendo três variáveis para um gás é possível encontrar a quarta, de fato, essa relação se define: $P = f(T, V, n)$.

Segundo Atkins e Jones (2006) Robert Boyle usou um tubo longo de vidro moldado em forma de J, com o lado menor lacrado, no qual verteu mercúrio, prendendo o ar no lado menor do tubo. Quanto mais mercúrio ele adicionava, mais o gás era comprimido. Ele concluiu que o

volume de uma quantidade fixa de gás (o ar, neste caso) diminui quando a pressão sobre ele aumenta. Dito de outra forma, a pressão exercida por uma determinada quantidade de gás em temperatura constante é inversamente proporcional ao volume que ele ocupa, matematicamente: $P \propto V^{-1}$, relação conhecida como Lei de Boyle.

Jacques Charles e Louis Joseph Gay-Lussac inspirados pelos problemas associados com a nova tecnologia de vôo em balão, fizeram várias experiências para tentar melhorar o desempenho dos mesmos. Descobriram que, quando mantinham a pressão constante, o volume do gás aumentava quando a temperatura aumentava, podendo se concluir que o volume de uma quantidade fixa de gás sob pressão constante varia linearmente com a temperatura, matematicamente: $V \propto T$. Essa relação é chamada de Lei de Charles e Gay-Lussac (ATKINS, 2006).

Quando tratamos de um processo termodinâmico de um gás ideal em que o volume permanece constante, a pressão da determinada massa de gás é diretamente proporcional a sua temperatura absoluta, ou seja, a razão entre a pressão e temperatura é uma constante. Matematicamente, podemos escrever: $\frac{P}{V} = constante$. Esse processo é conhecido como transformação isovolumétrica e também recebe o nome de Lei de Charles e Gay-Lussac (SCHULZ, 2008).

Com a contribuição do cientista italiano Amedeo Avogadro que através de seus estudos definiu o chamado Princípio de Avogadro em que volumes iguais de gases diferentes contém números iguais de moléculas quando medidos nas mesmas condições de pressão e temperatura (RUSSEL, 1994), e com a combinação das demais leis dos gases, podemos chegar à Lei dos gases perfeitos, em que todas as variáveis se relacionam: $PV = nRT$.

Assim, foi desenvolvida uma atividade no laboratório de informática de uma escola básica estadual com roteiro¹ (Apêndice 1) baseado no “Roteiro de exploração de software educativo – Propriedade dos Gases” (Anexo 1) do *Grupo de Multimídia, Ensino e Fronteiras da Química* do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto – CIQ (U.P.) e demais literaturas pertinentes, intitulado de “*Estados físicos da matéria e leis dos gases: uma proposta em ambiente virtual*”. Onde se utilizou dos softwares simuladores do grupo Physics Education Technology - PhET da University of Colorado-Boulder, que possuem acesso livre e opção de download gratuito em: <<http://phet.colorado.edu/>>. O grupo PhET oferece várias

^{1*} O roteiro e a atividade no laboratório de informática foram desenvolvidos em uma parceria com o Licenciado em Química Salvino Júnior Zampieri Alves, professor da Secretaria do Estado da Educação de Santa Catarina.

simulações para disciplinas como a Biologia, Física e Química e por ser um grupo sem fins lucrativos, depende de contribuições financeiras de vários órgãos não governamentais.

Os softwares do grupo PhET foram desenvolvidos em linguagem *Java* e *Flash*, o que possibilita que desde que essas extensões estejam ativas, possam ser inicializados diretamente do navegador. Os sistemas operacionais Windows e Linux rodam os programas facilmente sem exigir maiores configurações do computador.

Os simuladores utilizados foram: “Estados da Matéria”, em que o discente pôde interagir alterando variáveis como pressão, temperatura e volume para a visualização dos diferentes estados físicos da matéria e as transições de fase. E também o software “Propriedades dos Gases”, onde os gases são representados por bolas azuis e vermelhas, as espécies azuis “pesadas” são representações do modelo do N_2 e as espécies vermelhas “leves” são representações do modelo do He (*Simulador Guia Pedagógico – propriedades de gases. Autores: Trish Loeblein and Kathy Perkins*). Nesse, o discente pôde alterar ou manter constante as variáveis de estado de um sistema como pressão, temperatura e volume, ilustrando os pressupostos das leis dos gases ideais: Lei de Boyle e Lei de Charles e Gay-Lussac.

Os simuladores possuem também a opção da escolha do idioma, e sobre o software de simulação “Estados da Matéria”, apresenta-se algumas imagens de sua interface. Primeiramente a água no estado sólido:

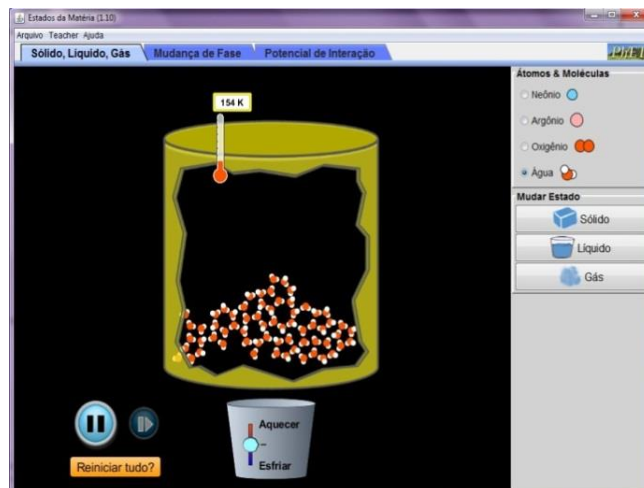


Figura 1. Software de simulação "estados da matéria", água, estado sólido (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Em um segundo momento, simula-se a água no estado líquido:

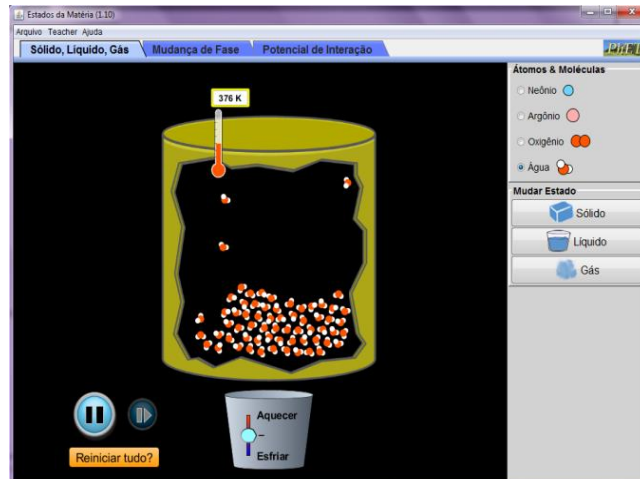


Figura 2. Software de simulação "estados da matéria", água, estado líquido (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Numa terceira situação, simula-se a água no estado gasoso:

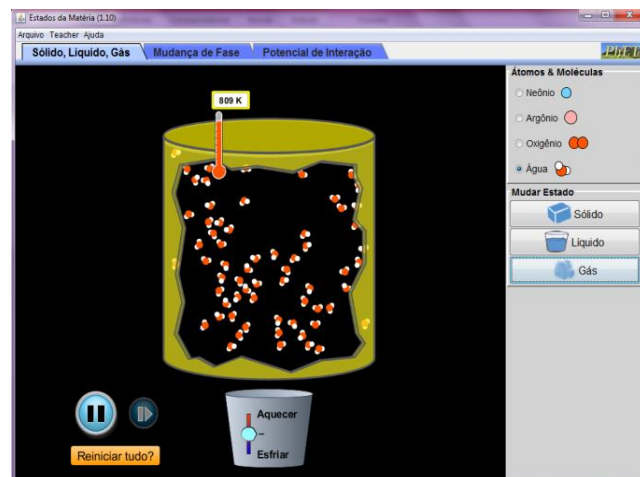


Figura 3. Software de simulação "estados da matéria", água, estado gasoso (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Numa quarta situação, simula-se as transições de fase da água, note que da mesma forma que na mudança de estado, existem outras substâncias que podem também ser analisadas pelo simulador como Neônio (Ne), Argônio (Ar) e Oxigênio molecular (O_2).

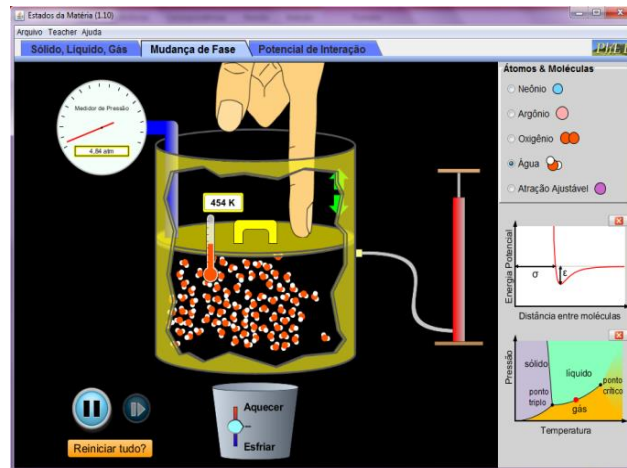


Figura 4. Software de simulação "estados da matéria", água, transições de fase (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Verificando as imagens, podemos ter a noção das ferramentas e possibilidades que o aluno possui ao utilizar esse software. O objetivo da utilização inicial do mesmo foi que o discente percebesse o estado de agregação das partículas (átomos ou moléculas) nos diferentes estados físicos da matéria, a diferença entre um sólido, um líquido e um gás e o efeito da pressão e temperatura na mudança de fase de uma substância, no caso analisado, a água. Para que posteriormente, na segunda parte da atividade, pudesse compreender mais facilmente os pressupostos das Leis dos gases ideais.

Para a segunda parte da atividade, utilizou-se o software de simulação: “Propriedades dos Gases”, também traduzido para o Português. Apresenta-se a seguir algumas imagens de sua *interface*. Primeiramente, simula-se uma situação em que a variável de estado mantida como constante é o volume:



Figura 5. Software de simulação "propriedades dos gases", volume constante (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Em uma segunda situação, mostra-se a simulação considerando desta vez como variável constante a temperatura:

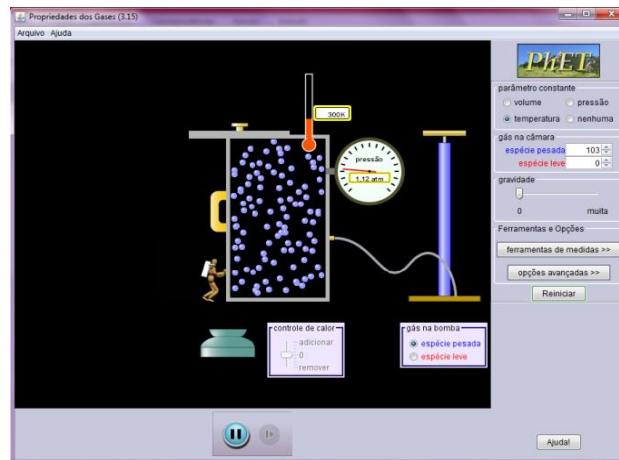


Figura 6. Software de simulação "propriedades dos gases", temperatura constante (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Numa terceira situação, mostra-se a simulação considerando dessa vez a variável constante a pressão:

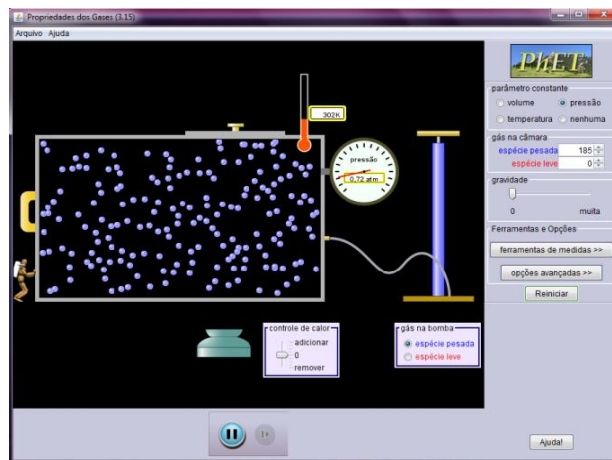


Figura 7. Software de simulação "propriedades dos gases", pressão constante (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

E ainda, numa quarta situação, mostra-se a simulação considerando nenhuma variável como constante:

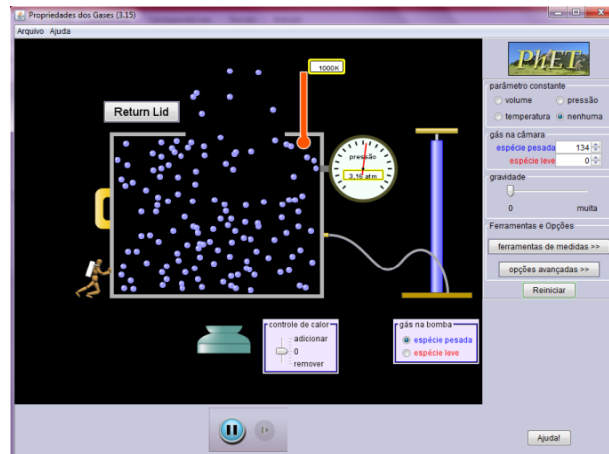


Figura 8. Software de simulação “propriedades dos gases”, nenhuma variável constante (PhET simulations, University of Colorado-Boulder).

Podemos ver que o software “Propriedades dos Gases” também apresenta muitas ferramentas e possibilidades ao aluno. O objetivo da utilização desse software foi que o discente pudesse interagir com o programa buscando compreender os fenômenos associados a alteração das variáveis de estado quando se mantém pelo menos uma delas constante, e o que ocorre quando nenhuma das variáveis se mantém constante no sistema. Dessa maneira, buscou-se a possibilidade de uma visualização mais clara dos pressupostos das Leis dos Gases ideais pelos estudantes. No roteiro elaborado (Apêndice 1) foram propostas algumas questões conceituais e do cotidiano dos alunos, para que com a utilização dos softwares, os discentes tivessem suporte para respondê-las. Para que com a visualização entre os eventos que acontecem a nível microscópico, os estudantes pudessem construir posteriormente um modelo mental do fenômeno macroscópico, como afirmam Melo et. al. (2005) anteriormente citados.

Valente (1999) comenta que se faz necessário criar condições para que o aprendiz se envolva com o fenômeno e essa experiência seja complementada com a elaboração de hipóteses, leituras, discussões e o uso do computador para validar essa compreensão do fenômeno. E dessa forma, buscou-se estabelecer essas condições durante o desenvolvimento da atividade de intervenção.

3.2 Contexto

A pesquisa foi realizada em uma turma de primeiro ano do ensino médio da Escola de Educação Básica Júlio da Costa Neves, no bairro Costeira do Pirajubaé em Florianópolis. A turma possuía vinte e dois alunos, entretanto, apenas quatorze aceitaram participar da proposta mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2).

A atividade realizada no laboratório de informática da escola, o qual conta com 30 computadores, foi apoiada na utilização de softwares simuladores conforme apresentado em tópicos antecedentes. A turma de primeiro ano foi a escolhida devido ao fato de possuírem em seu conteúdo programático o estudo das leis dos gases ideais (estados físicos da matéria já havia sido abordado). Levou-se em consideração que os discentes já tinham concepções sobre os assuntos tratados, pois a atividade de intervenção se deu no decorrer do estudo dos conteúdos dos gases e suas leis, tópicos que estavam sendo abordados pelo professor nas turmas de primeiro ano, tornando possível dessa forma a participação e avaliação da proposta pelos discentes. Os estudantes foram instruídos a formar duplas para execução do procedimento (descrito no roteiro, Apêndice 1) e resolução das questões propostas.

Após a formação das duplas, na primeira parte, os alunos começaram expondo suas concepções prévias sobre as questões trazidas no roteiro, debatendo e registrando no verso da folha. Somente depois de compartilharem suas opiniões com os colegas é que a interação com o software iniciou. Primeiramente o simulador “Estados da Matéria” foi utilizado, e em cada etapa (1, 2, 3, ...) do procedimento os alunos deveriam descrever questões como: “O que aconteceu?”, “Por que você acha que isso ocorre?”. Sendo assim, ao final da última etapa da primeira parte, os estudantes foram orientados a responder as questões propostas no início da atividade, porém dessa vez eles poderiam utilizar do software para formularem suas respostas.

Na segunda parte da atividade, os alunos novamente foram instruídos a expor suas concepções prévias a respeito das questões propostas, compartilhando-as e registrando no verso da folha, somente após isso que se iniciou a interação com o software “Propriedades dos Gases”. Os estudantes seguiram as etapas da segunda parte do roteiro, e fizeram registro de cada uma descrevendo os fenômenos observados. Ao término das etapas, os alunos foram orientados a responderem novamente as questões inicialmente propostas, utilizando dessa vez o software simulador.

Um ponto importante a ser destacado é que o professor da turma auxiliou os discentes durante todo o desenvolvimento da atividade e que a mesma foi utilizada como requisito parcial de avaliação dos alunos.

3.3 Instrumentos de pesquisa e análise

Os discentes que aceitaram participar da atividade mediante assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice 2), receberam no final da prática um questionário

(Apêndice 3) seguindo a escala de Likert, com afirmativas elaboradas baseadas no referencial teórico levantado, sobre a avaliação da proposta que utilizou os softwares simuladores.

Para a formulação das afirmativas do questionário, que giram em torno da utilização de softwares de simulação para o ensino de química, baseou-se no trabalho de Molinari e Kremer, e também de Fatarelli et al. (2010). O questionário busca avaliar cada afirmação, com os termos: concordo fortemente (CF), concordo (C), indeciso (I), discordo (D) e discordo fortemente (DF). A análise das respostas se deu pela porcentagem de cada afirmativa.

4. ANÁLISE QUANTITATIVA E QUALITATIVA DOS DADOS

Aqui, serão categorizadas, analisadas e discutidas as respostas dos discentes ao questionário referente a avaliação da proposta da atividade interativa com softwares simuladores para o ensino de química. Em seguida, apresenta-se uma análise quantitativa geral.

4.1 Categorização

Na tentativa de alcançar os objetivos da pesquisa, as afirmativas foram divididas em três categorias, para que a avaliação dos alunos ficasse menos fragmentada.

Categoria 1 – Capacidade da atividade em contribuir para que o discente construa e reconstrua seus conhecimentos.

Categoria 2 – Capacidade da atividade em suprir ou complementar atividades práticas experimentais.

Categoria 3 – Capacidade da atividade em contribuir para que o professor faça o uso de novas metodologias de ensino que instiguem e favoreçam a aprendizagem do discente.

Dessa maneira, foi possível direcionar em cada categoria as dez afirmativas dos questionários, o que acabou gerando os gráficos representados nas figuras 9, 10, 11.

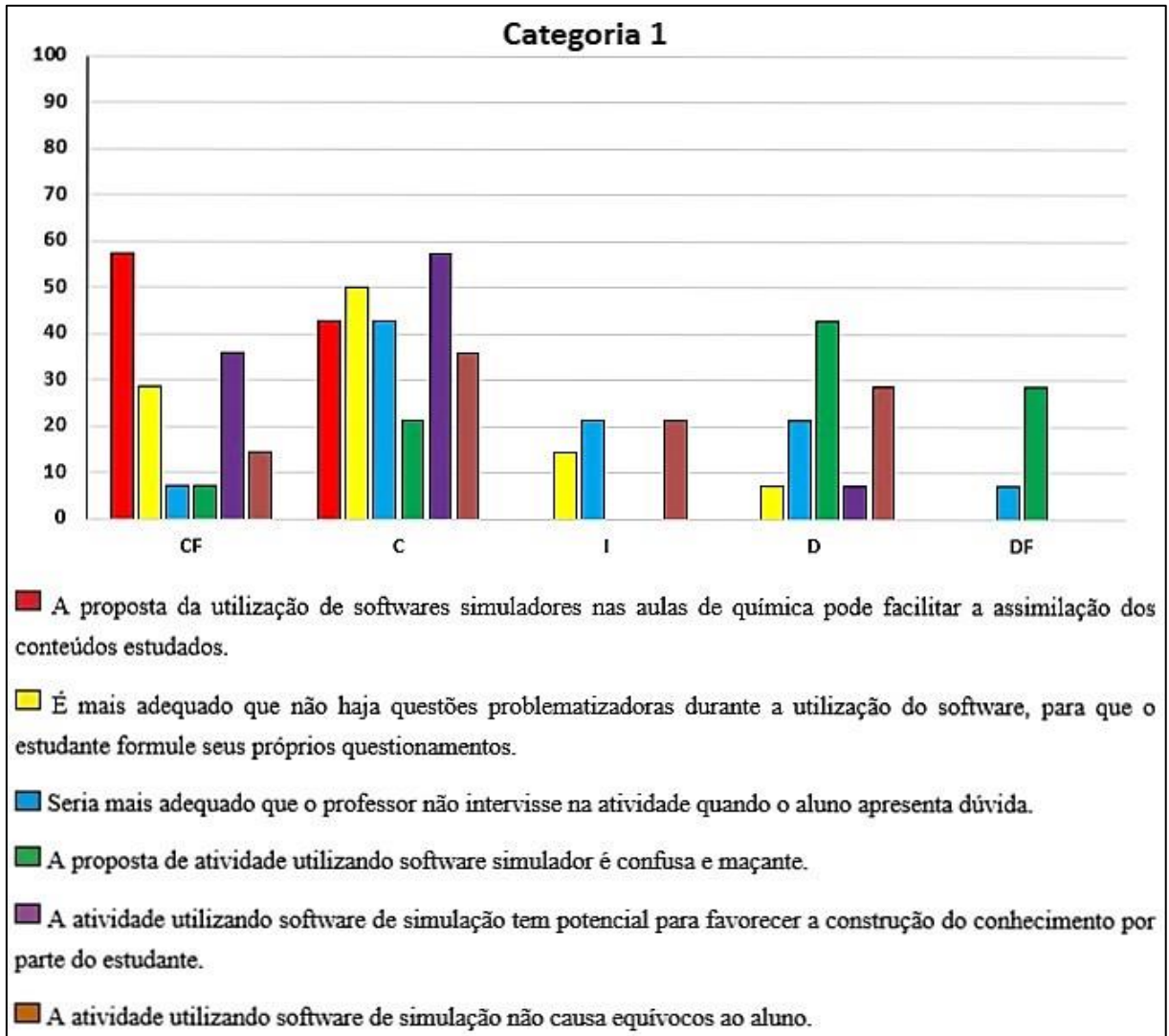


Figura 9. Capacidade da atividade em contribuir para que o discente construa e reconstrua seus conhecimentos.

A Figura 9 mostra indicativos relevantes de uma contribuição da atividade utilizando softwares simuladores no ensino de química para a construção e reconstrução dos conhecimentos dos discentes. A primeira afirmativa discorre sobre o fato da utilização de softwares simuladores poder facilitar a assimilação dos conteúdos estudados nas aulas de química, e de acordo com o gráfico, vemos que todos os discentes tiveram uma boa avaliação em relação a afirmativa, sendo que mais da metade dos alunos concordaram fortemente (57% CF) e os demais concordaram (43% C).

A segunda afirmativa que discute o fato de ser mais adequado não haver questões problematizadoras durante a utilização do software, para que o aluno formule seus próprios questionamentos, houve indecisão (14% I) e discordância (7% D) na avaliação dos discentes.

A maioria dos alunos concordaram ou concordaram fortemente (50% C; 29% CF) com a mesma.

Na afirmativa de número três que menciona ser mais adequado que o professor não interviesse na atividade quando o aluno apresenta dúvidas, foi a única afirmativa em que todos os níveis de concordância foram avaliados. Sendo assim, a maior parte dos discentes concordaram ou concordaram fortemente (44% C; 7% CF) e os demais discordaram, discordaram fortemente ou permaneceram indecisos em relação à premissa (21% D; 7% DF; 21% I). Comparando as opiniões de concordância com as de discordância (C, CF, D, DF), mesmo com a pequena diferença, podemos ver que o nível de aceitação não foi tão relevante como nas anteriores.

Na quarta afirmativa, os alunos não ficaram indecisos, sendo que menos da metade da turma concordou ou concordou fortemente (21% C; 7% CF) com a premissa que diz que a proposta da atividade utilizando o software simulador é confusa e maçante. Já a maior parte dos alunos discordaram ou discordaram fortemente da assertiva (43% D; 29% DF), sinalizando uma rejeição do que fora exposto no enunciado.

A quinta afirmativa que estabelece que a atividade utilizando o software de simulação tem potencial para favorecer a construção do conhecimento por parte do estudante, se mostrou positiva. A maioria dos alunos concordou ou concordou fortemente (57% C; 36% CF) com o exposto, e somente uma pequena parte discordou (7% D).

Sobre a sexta assertiva, parte dos estudantes se mostrou indecisa (21% I) ou discordou (29% D) de que a atividade utilizando o software de simulação não causa equívocos ao aluno. Mesmo assim, metade da turma considerou a afirmativa positiva, concordando ou concordando fortemente com a mesma (36% C; 14% CF).

A avaliação dos discentes na categoria apresentou resultados favoráveis à capacidade da atividade em possibilitar a construção e reconstrução do conhecimento do estudante. Para Sant'Ana e Araújo (2011) as novas tecnologias quando utilizadas com critério, podem contribuir para isso, ou seja, quando utilizadas com adequação e propriedade, potencializam os resultados positivos do processo de construção do conhecimento. Valente (2001), relata que através de simuladores, a construção do conhecimento é sucessiva caracterizada pela criação de conhecimentos inexistentes anteriormente. Essas simulações são abordadas de uma maneira ilustrada e lúdica, associando, muitas vezes, os conteúdos a situações do cotidiano.

Um fato a ser considerado na avaliação dos discentes foi com relação a ser mais adequado não haver questões problematizadoras e nem auxílio do professor durante a utilização

do software, numa tentativa do próprio aluno formular seus próprios questionamentos. De acordo com Rocha (2008), quando o próprio aluno cria, faz, age sobre o software, decidindo o que melhor solucionaria seu problema, torna-se um sujeito ativo de sua aprendizagem. O computador ao ser manipulado pelo indivíduo permite a construção e reconstrução do conhecimento, tornando a aprendizagem uma descoberta. Jucá (2006) também comenta que o objetivo dos softwares educativos é favorecer os processos de ensino e aprendizagem, sendo que os mesmos são desenvolvidos especialmente para construir um conhecimento relativo a um conteúdo, e de acordo com seu caráter didático, é possível a construção do conhecimento em uma determinada área, com ou sem a mediação de um professor. Assim, a proposta de atividade envolvendo softwares simuladores se mostrou dinâmica e positiva para auxiliar que o discente formule ou reformule seus conhecimentos através da participação e envolvimento na atividade.

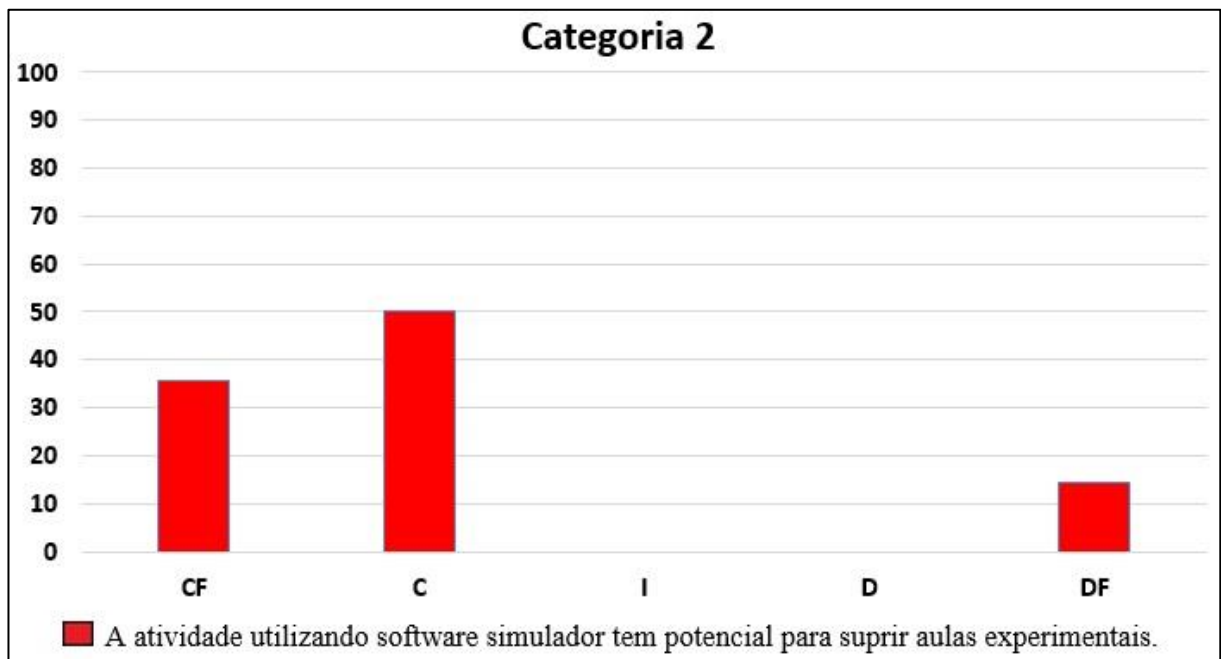


Figura 10. Capacidade da atividade em suprir ou complementar atividades práticas experimentais.

Conforme mostrado na Figura 10, verificamos a avaliação dos discentes em relação à capacidade da proposta em suprir atividades práticas experimentais. A afirmativa mostrou uma grande aceitação por parte dos alunos, sendo que a maioria deles concordou ou concordou fortemente (36% C; 50% CF), porém deve ser levado em consideração que houve alunos que avaliaram negativamente a proposta, discordando fortemente da afirmativa (14% DF).

As opiniões divergentes da afirmativa já eram esperadas de alguma maneira, porque de acordo com Zara (2011), existe uma falta de compreensão da atual realidade do uso da informática no ensino de Ciências, pois deve-se ter clareza que os experimentos virtuais não

podem substituir atividades práticas de laboratório, mas podem servir como uma ferramenta auxiliar no ensino. O termo “suprir” da assertiva deve ser entendido como “completar”, como anteriormente mencionado, e de acordo com Souza et. al. (2004) (que também defendem que o computador não será capaz de substituir a pesquisa e a aula de laboratório), além dos efeitos visuais que os experimentos podem proporcionar, as atividades experimentais possibilitam aprendizados procedimentais e outras habilidades relacionadas à pesquisa científica que só podem ser ocasionadas por uma vivência prática.

Em contrapartida, os resultados positivos estão de acordo com o que Zara (2011) comenta em outro trecho, sobre o uso do computador poder contribuir sobremaneira na educação devido à capacidade de apresentar ao estudante aspectos do conteúdo difíceis de serem visualizados, que no caso do estudo dos gases torna-se relevante. Autores como Medeiros et. al. (2002) complementam ainda sobre benefícios que podem ser obtidos pelas simulações computacionais e dentre eles, merecem destaque o fato assinalado de que conceitos abstratos podem se tornar mais concretos e o estudante poder desenvolver habilidades de resolução de problemas e promover habilidades de raciocínio lógico. Sendo que a simulação pode servir como uma preparação inicial para ajudar na compreensão do papel de um laboratório.

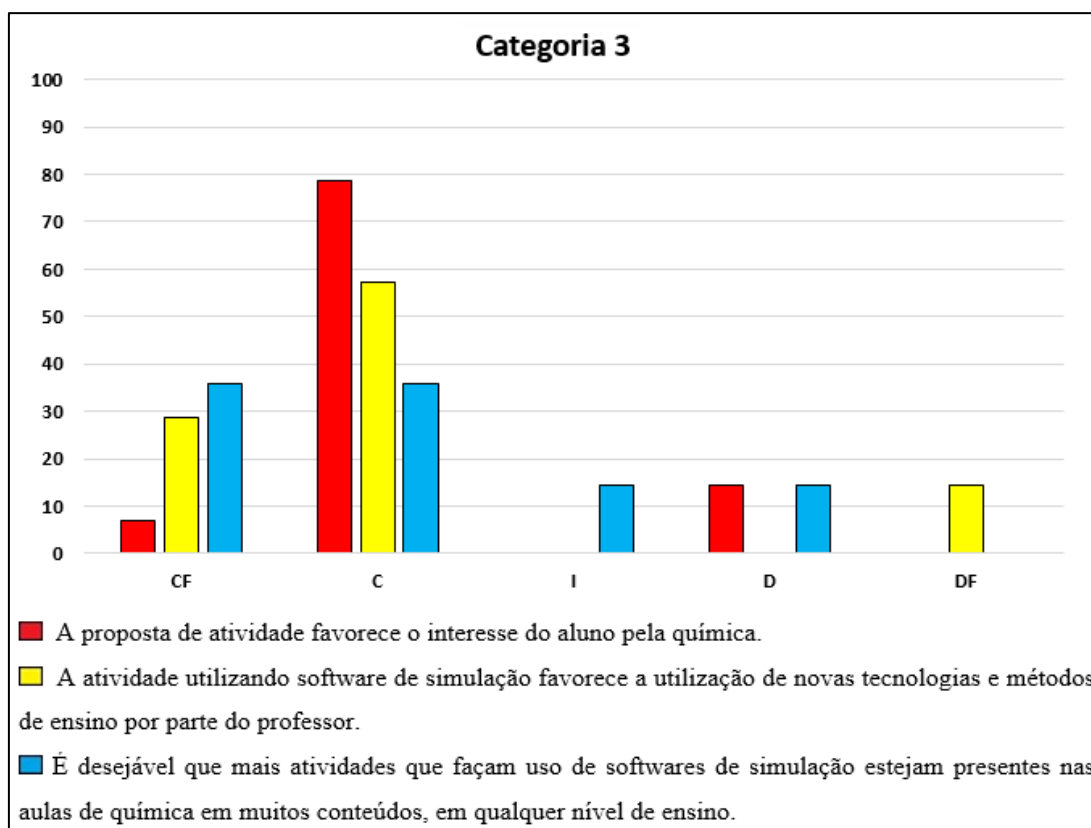


Figura 11. Capacidade da atividade em contribuir para que o professor faça o uso de novas metodologias de ensino que instiguem e favoreçam a aprendizagem do discente.

Ao observar a Figura 11 que elucida opiniões referente a capacidade da atividade em contribuir para que o professor faça o uso de novas metodologias de ensino que instiguem e favoreçam a aprendizagem do discente, notamos que em todos os casos as opiniões a favor das assertivas foram mais frequentes. A primeira afirmativa, a qual discorre sobre o fato da atividade favorecer o interesse do aluno pela Química, o nível de concordância predominou (7% CF; 79% C), porém as opiniões contrárias (14% D) devem ser levadas em conta na análise dos resultados. Sobre a premissa Ferreira et. al. (s.d) relatam que algumas vezes por causa da postura de alguns professores, muitos alunos tomam trauma com a disciplina, e o carregam pela vida toda. Mas a culpa não deve ser colocada apenas no professor, ou generalizar dizendo que com todos acontece o mesmo. Em muitos momentos o aluno se mostra desinteressado, desestimulando o professor a fazer um bom trabalho.

As demais afirmativas também obtiveram uma boa avaliação pelos discentes, sendo que novamente a maior parte concordou ou concordou fortemente (58% C; 28% CF) com o fato da atividade utilizando o software de simulação favorecer a utilização de novas tecnologias e métodos de ensino por parte do professor. Houve também grande concordância (36% C; 36% CF) sobre o fato de ser desejável que mais atividades que façam uso de softwares de simulação estejam presentes nas aulas de química em muitos conteúdos, em qualquer nível de ensino. Opiniões divergentes foram registradas tanto na segunda assertiva (14% DF) quanto na terceira (14% D), sendo que essa ainda contou com discentes indecisos (14% I).

Autoras como Sant'Ana e Araújo (2011) comentam que ainda existe resistência por parte de muitos professores à utilização das novas tecnologias em sala de aula, pois acreditam que o seu uso crescente tornará o ensino tecnicista e superficial ou haverá ainda substituição do docente pela tecnologia, assim como os trabalhadores foram substituídos aos poucos pelos robôs nas indústrias. A abordagem tradicional, em que o quadro e o giz predominam e o professor se preocupa apenas com a “transmissão” dos conhecimentos aos alunos, sem se preocupar com o interesse dos mesmos pelos conteúdos das disciplinas (Santos, 2005) prevalece em nossas escolas. Entretanto, em outro trecho, Sant'Ana e Araújo (2011) nos dizem ser impossível, nos dias de hoje, um educador atuar de forma eficaz fazendo uso apenas dos velhos métodos, das aulas tradicionais, alheio às mudanças tecnológicas para fins educacionais que se multiplicam ao seu redor. Isso porque os professores atualmente têm diante de si, em sala de aula ou fora dela, uma geração de crianças e adolescentes que não apenas dominam e utilizam as mais variadas tecnologias, como também exploram com familiaridade a internet e se vangloriam de suas experiências positivas com ela.

Como sinalizado, os discentes também caracterizaram como positivo o fato de se realizar mais atividades nas aulas de química, em diversos conteúdos e níveis de ensino, utilizando softwares de simulação. Desde a virada do milênio, muitos outros softwares foram desenvolvidos e atendem hoje em dia a praticamente toda a gama de conteúdos da química. Pelo menos um simulador já se encontra acessível para cada conteúdo específico dentro da área de Química e isto mostra o grau de avanço e a importância que foi dada ao Ensino de Química devido à alta necessidade de se minimizar a rejeição dos alunos com a disciplina e também de atrair jovens para a área (Ribeiro e Grega, 2003). O que nos remete a um potencial favorável ao aprendizado juntamente desses softwares simuladores.

4.2 Análise quantitativa dos dados

A tabela a seguir foi construída a partir da análise das afirmativas, e nos mostra as porcentagens referentes a cada uma.

Tabela 1. Análise percentual da avaliação dos discentes às afirmativas sobre a atividade.

Afirmativa	CF(%)	C(%)	I(%)	D(%)	DF(%)
1 - A proposta da utilização de softwares simuladores nas aulas de química pode facilitar a assimilação dos conteúdos estudados.	57	43	0	0	0
2 - É mais adequado que não haja questões problematizadoras durante a utilização do software, para que o estudante formule seus próprios questionamentos.	29	50	14	7	0
3 - A proposta de atividade favorece o interesse do aluno pela química.	7	79	0	14	0
4 - Seria mais adequado que o professor não intervisse na atividade quando o aluno apresenta dúvidas.	7	44	21	21	7
5 - A proposta de atividade utilizando software simulador é confusa e maçante.	7	21	0	43	29
6 - A atividade utilizando software simulador tem potencial para suprir aulas experimentais.	50	36	0	0	14
7 - A atividade utilizando software de simulação tem potencial para favorecer a construção do conhecimento por parte do estudante.	36	57	0	7	0

8 - A atividade utilizando software de simulação não causa equívocos ao aluno.	14	36	21	29	0
9 - A atividade utilizando software de simulação favorece a utilização de novas tecnologias e métodos de ensino por parte do professor.	28	58	0	0	14
10 - É desejável que mais atividades que façam uso de softwares de simulação estejam presentes nas aulas de química em muitos conteúdos, em qualquer nível de ensino.	36	36	14	14	0

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização de atividades que envolvam a utilização de softwares simuladores no ensino de Química é bastante comum em nossos dias, com base na revisão feita da literatura. Mas ainda existem muitos docentes que não fazem uso dessa tecnologia ou a utilizam de maneira que não objetive a aprendizagem do discente, e isso gira em torno de diferentes questões. Sendo assim, a pesquisa mostrou que uma atividade interativa fundamentada na utilização de softwares de simulação computacional não se reduz a uma espécie de “joguinho” ou ainda um “passatempo” para os alunos. Mas que possui grande potencial para auxiliá-los na construção e reconstrução de seus conhecimentos.

Através das análise e discussão das informações obtidas com um questionário com escala de Likert, foi possível sinalizar que a avaliação dos alunos do ensino médio foi positiva para com a proposta, e que a mesma pode contribuir para seu aprendizado. Sendo que questões como o favorecimento do interesse do aluno pela Química obtiveram resultados otimistas.

Um dos itens levantados na pesquisa foi o fato das atividades utilizando softwares simuladores poder suprir aulas práticas experimentais. Tal ponto foi avaliado de maneira positiva pelos discentes mesmo que talvez para alguns não tenha ficado claro que o significado da frase “suprir aulas experimentais” não se referiu à substituição das mesmas, mas sim que houvesse um complemento dessas atividades, pois a pesquisa e a aula de laboratório contemplam aspectos visuais e habilidades procedimentais que só podem ser vivenciados na prática (Souza et. al. 2004).

Outros aspectos avaliados de maneira otimista na pesquisa foram a capacidade da mesma em contribuir para que o professor utilize novos métodos de ensino, e que sejam aplicados softwares simuladores em mais vezes e em mais conteúdos da Química. A resistência de muitos docentes em fazer uso dessas novas tecnologias em sala de aula acaba não favorecendo esse item, uma vez que os recursos tecnológicos se tornam cada vez mais presentes no âmbito escolar. O fato dos discentes avaliarem a utilização desse recurso como um fator positivo, nos remete às vantagens da sua utilização, sendo que propiciou aos estudantes uma visão mais significativa dos fenômenos estudados e não interferiu na atuação docente, o qual é insubstituível no processo formativo.

Levando em consideração esse último, os discentes mostraram preferência que o professor não interfira na atividade, e ainda que não haja questões problematizadoras durante o procedimento, para que eles mesmos formulem seus próprios questionamentos. Isso pode ser explicado de acordo com o que Rocha (2008) nos diz sobre o aluno criar, fazer e agir sobre o

software, sendo que o próprio decide a melhor solução para seu problema e torna-se assim um sujeito ativo de sua aprendizagem. De certa forma essas características foram avaliadas como favoráveis pelos alunos.

Por fim, a avaliação dos discentes sobre a proposta se mostrou expressiva, em todos os aspectos levantados, para a inferência de que a utilização de softwares de simulação computacional, de fato, pode contribuir para a sua aprendizagem. E também, que se configurou como uma metodologia eficiente para a construção e reconstrução do conhecimento discente no ensino de Química.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANTUNES, F. S. *Software educativo de química orgânica uma possibilidade para o ensino médio*. Trabalho de conclusão de curso. UNILASALLE. Canoas - RS, 2013.
- ARAÚJO, L.O.S.; SANT'ANA, R.M.T. *Algumas reflexões sobre a inserção das novas tecnologias nas práticas docentes*. Pesquisas em Discurso Pedagógico, 2011.1.
- ATKINS, P.W.; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2006. 965 p.
- ATKINS, P; PAULA, J. *Physical Chemistry*. Vol. 1. 8 ed. Oxford University Press. 2006.
- BARÃO, G. C. *Ensino de Química em Ambientes Virtuais*. Universidade Federal do Paraná. 2006.
- BENITE, A. M. C; BENITE, C. R. M; FILHO, S. M. da S. *Cibercultura em ensino de química: elaboração de um objeto virtual de aprendizagem para o ensino de modelos atômicos*. Química Nova na Escola, vol.33, n.2, p.71-76, maio 2011.
- BRASIL. Ministério da Educação. *Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio*. Projetos Políticos Pedagógicos. Cap. VIII. 2012.
- BRASIL. Ministério da Educação e Desporto. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio: Ciências da natureza, Matemática Tecnologias*. Brasília. 2002.
- CYSNEIROS, P. G. *Assimilação da Informática na Educação pela Escola Pública*. Recife: UFP, 1997.
- EICHLER, M & DEL PINO, J. C. *Computadores em educação química: estrutura atômica e tabela periódica*. Química Nova, vol.23, n.6, 2000. p.835-840.
- FATARELI, E. F.; FERREIRA, L. N. A.; FERREIRA, J. Q. & QUEIROZ, S. L. *Método Cooperativo de Aprendizagem Jigsaw no Ensino de Cinética Química*. Química Nova na Escola. Vol. 32, N° 3, agosto 2010.
- FERREIRA, S. E; CAMPOS, F. O. de; DIAS, A. O. de. *Softwares em ambientes educacionais*. Depto. de Computação – Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT).
- JUCÁ, S. C. S. *A relevância dos softwares educativos na educação profissional*. Revista Ciência e Cognição, vol. 8, agosto, 2006. p. 23-28.
- KENSKI, V. M. *Tecnologias e ensino presencial e a distância – Série Prática Pedagógica*. Campinas: Papirus, 2ª ed., 2004.
- LIMA, E. R. P. O. & MOITA, F. M. G. S. C. *A tecnologia e o ensino de química: jogos digitais como interface metodológica*. 2011.

- MEDEIROS, A.; MEDEIROS, C. F. de. *Possibilidades e limitações das simulações computacionais no ensino da física*. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 24, n. 2, p. 77 - 86, 2002.
- MELO, E. S. N. & MELO, J. R. F. *Softwares de simulação no ensino de química: uma representação social na prática docente*. ETD - Educação Temática Digital, Campinas, v.6, n.2, p.51-63, jun.2005 - ISSN: 1676-2592.
- MOLINARI, D. R; KREMER, J. *Escala de Likert criada a partir de indicadores que melhor avaliam a responsabilidade socioambiental das indústrias de cosméticos*.
- NOGUEIRA, L. K. C. da; OLIVEIRA, C. M. B; OLIVEIRA, S. S; JÚNIOR, A. O. S. *Formação de professores e tecnologias da informação e comunicação – TIC's: Uma relação necessária para o uso de recursos tecnológicos na educação*. ESUD 2013 – X Congresso Brasileiro de Ensino Superior a Distância Belém/PA, 11 – 13 de junho de 2013.
- OLIVEIRA, W. C; CIRINO, M. M; Filho, O. S; SIQUEIRA, F. *Utilização e avaliação de recursos educacionais abertos no ensino de gases ideais: uma proposta de trabalho para o segundo ano do ensino médio*. IV Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa – PR, 2014.
- PERRENOUD, P. *Dez novas competências para ensinar*. Porto Alegre: Artes Médicas Sul, 2000.
- PRADO, M. E. B. B. In: *Integração das Tecnologias na Educação. Salto para o Futuro*. ALMEIDA, M. E. B. de; MORAN, J. M. (Orgs.), p. 12-17, 2005.
- RIBEIRO, A. A; GREGA, I. M. *Simulações computacionais e ferramentas de modelização em educação química: uma revisão de literatura publicada*. Química Nova, vol.26, n.4, 2003. p.542-549.
- ROCHA, S. S. D. *O uso do computador na Educação: a Informática Educativa*. Revista Espaço Acadêmico n. 85. Junho de 2008.
- ROSA, R. R. da. & BORBA, R. E. de. S. R. *Avaliação de softwares educativos: o olhar de uma professora de matemática*. VIII Encontro Nacional de Educação Matemática, Recife, 15-18 de julho de 2004.
- RUSSEL, J. B. *Química Geral*. 2ª ed., vol.1 e 2. Pearson Makron Books, 1994.
- SANCHO, J.M. *Para uma Tecnologia Educacional*. Porto Alegre: Editora ArtMed (1998).
- SANTOS, R. V. *Abordagens do processo de ensino e aprendizagem*. Revista Integração, n.40, jan-maio, 2005. p. 19-31.

SCHULZ, D. *Transformação Isocórica*. (Instituto de Física - IF- UFRGS). Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~dschulz/web/isocorica.htm>> Acesso em Novembro de 2015.

SILVEIRA, L. F; NUNES, P & SOARES, A. C. *Simulações virtuais em química*. Revista de Educação, Ciência e Cultura, v.18, n.2, p. 131-148, jul-dez. 2013. ISSN 2236-6377.

SOUZA, M. P. de; SANTOS, N; MERÇON, F; RAPELLO, C. N; AYRES, A. C. *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. p. 487-496.

VALENTE, J. A. (org.). *O computador na sociedade do conhecimento*. 1. ed. Campinas: UNICAMP/NIED, 1999.

VALENTE, J. A. *Diferentes usos do computador na educação*. 2001. Disponível em: <<http://www.mrherondomingues.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/1470/14/arquivos/File/PPP/Diferentesusosdocomputadoreducacao.PDF>> Acesso em novembro de 2015.

ZARA, R. A. *Reflexão sobre a eficácia do uso de um ambiente virtual no ensino de Física*. II ENINED - Encontro Nacional de Informática e Educação ISSN:2175-5876

7. ANEXOS

7.1 Anexo 1



Grupo de Multimédia, Ensino e Fronteiras da Química

Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto – CIQ (U.P.)

Roteiro de exploração de software educativo

Título: Propriedades dos Gases

Ano de escolaridade: 8.º ano

Autoras: Ana Abrantes, Carla Reis e Cristina Brinco

Mais informações:

Recurso educativo desenvolvido no âmbito da Acção de Formação "Multimédia no Ensino da Química" que decorreu na Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em Julho de 2010.

Roteiro de Exploração da Simulação “Propriedades dos Gases”

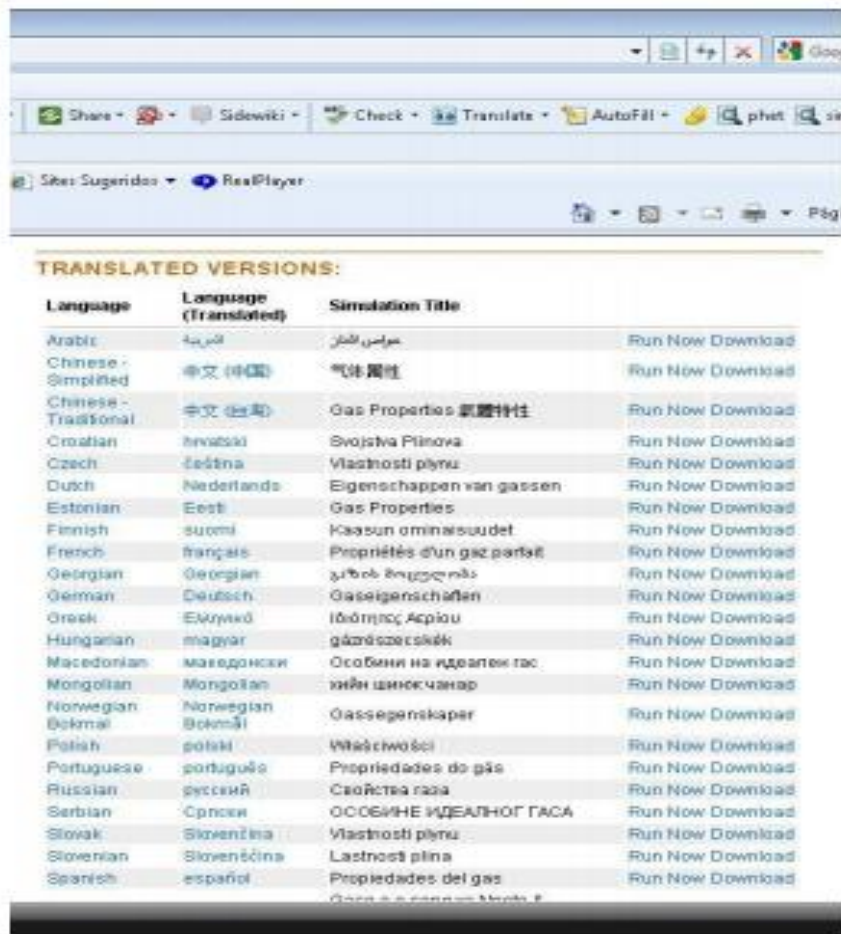
Nesta aula vais utilizar uma simulação que te vai permitir estudar a pressão de um gás fazendo variar o número de partículas, a temperatura e o volume.

Exploração da simulação:

1- Abre o menu correspondente ao acesso à Internet coloca o seguinte endereço electrónico: <http://phet.colorado.edu/en/simulation/gas-properties> e encontras a seguinte imagem:

The screenshot shows the PhET Interactive Simulations website. The main heading is "Interactive Simulations" by the University of Colorado at Boulder. The "Gas Properties" simulation is highlighted. The simulation interface shows a gas container with a piston and a graph of pressure vs. volume. The text on the page reads: "If you add molecules to a box and add energy to it so the molecules change speed, or if you add heat change gravity, or if you change the temperature and pressure, and also add new or larger boxes, the gas will exert pressure on each other..."

2- Corre a barra lateral do ecrã até encontrares a seguinte tabela:



Language	Language (Translated)	Simulation Title	Run Now Download
Arabic	العربية	خواص الغاز	Run Now Download
Chinese - Simplified	中文 (中国)	气体属性	Run Now Download
Chinese - Traditional	中文 (台湾)	Gas Properties 氣體特性	Run Now Download
Croatian	hrvatski	Svojstva Plinova	Run Now Download
Czech	čeština	Vlastnosti plynu	Run Now Download
Dutch	Nederlands	Eigenschappen van gassen	Run Now Download
Estonian	Eesti	Gas Properties	Run Now Download
Finnish	suomi	Kaasun ominaisuudet	Run Now Download
French	français	Propriétés d'un gaz parfait	Run Now Download
Georgian	Georgian	პირველი მარცხენარი	Run Now Download
German	Deutsch	Gaseigenschaften	Run Now Download
Greek	Ελληνικά	Ιδιότητες Αερίου	Run Now Download
Hungarian	magyar	gázjellemzők	Run Now Download
Macedonian	македонски	Особини на идеален гас	Run Now Download
Mongolian	Mongolian	ийн идеал чанар	Run Now Download
Norwegian Bokmal	Norwegian Bokmål	Gasegenskaper	Run Now Download
Polish	polaki	Właściwości	Run Now Download
Portuguese	português	Propriedades do gás	Run Now Download
Russian	русский	Свойства газа	Run Now Download
Serbian	Српски	ОСОБИНЕ ИДЕАЛНОГ ГАСА	Run Now Download
Slovak	Slovenčina	Vlastnosti plynu	Run Now Download
Slovenian	Slovenščina	Lastnosti plina	Run Now Download
Spanish	español	Propiedades del gas	Run Now Download

3- Na tabela selecciona a versão portuguesa clicando em cima de *Run Now*.

Portuguese português Propriedades do gás Run Now Download

clica aqui

4- Vais visualizar a simulação onde deverás clicar no botão de maximizar para obter ecrã inteiro.



Nota: Deverás seguir todo o roteiro sem "saltar" passos nem realizar tarefas que não te tenham sido expressamente pedidas.

5- Com a ajuda do rato, move, para cima e para baixo o êmbolo, e introduz corpúsculos do gás no recipiente. Observa atentamente o movimento dos corpúsculos.

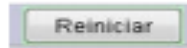
Vais estudar o efeito do número de partículas na pressão de um gás

Responde, antes de mais nada, às seguintes questões:

Questão 1: Recorda o que aprendeste sobre pressão de um gás. Define por palavras tuas esta grandeza física.

Questão 2: O que acontecerá à pressão de um gás se aumentarmos o número de partículas dentro de um recipiente com volume e temperatura constante?

6- Recomeça a simulação clicando no botão "reiniciar" que se encontra no menu lateral direito.



7- No menu lateral "Parâmetro Constante" selecciona a opção "Temperatura".



8- Com a ajuda do rato, movendo, para cima e para baixo o êmbolo, vai introduzindo corpúsculos do gás no recipiente de forma a preencheres devidamente a tabela da questão 3.

Questão 3: Preenche a tabela que te é apresentada, retirando as tuas conclusões.

n.º de "bombadas" (aumento do n.º de partículas)	Valor de pressão no Barómetro
3	
6	
9	



barómetro

Questão 4: Deves ter reparado que o valor da pressão registado no barómetro não é fixo. Sugere uma explicação para esse facto.

Questão 5: As tuas observações e conclusões vão de encontro àquilo que previste anteriormente?

- a) Sim
- b) Não

Questão 6: Se na questão anterior respondeste:

Sim



Avança para a **Questão 8**

Não



Reflecte sobre a **Situação A** e responde à **Questão 7**

Situação A:

Imagina que vais encher o pneu da tua bicicleta. Recorda que a pressão de um gás é a força exercida pelos corpúsculos, por unidade de área, quando chocam com as paredes do recipiente que os contém.

Questão 7: O que acontece à pressão no interior do pneu à medida que vais introduzindo o ar? Para te ajudar a responder a esta questão, completa correctamente as frases riscando a opção errada:

A- Quanto mais ar introduzo no pneu, *maior/menor* é o número de corpúsculos que existem no seu interior.

B- Quanto mais corpúsculos houver, *maior/menor* será o número de choques nas paredes do pneu. Logo quanto *maior/menor* for o número de choques maior será a pressão no interior do pneu.

Então deves ter já concluído que quanto maior for o número de corpúsculos dentro de um recipiente maior será a pressão no seu interior.

Questão 8: Como explicas os factos que observaste?

Questão 9: Qual é a relação que existe entre o aumento do número de corpúsculos no interior do recipiente e a pressão do gás?

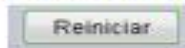
Vais agora estudar o efeito da temperatura na pressão de um gás

Antes de reiniciares a simulação responde primeiro às seguintes questões:

Questão 10: Como se relaciona a temperatura com agitação corpuscular?

Questão 11: Tendo em conta a resposta à questão anterior, pensa agora no que acontecerá à pressão do gás no interior do recipiente se aumentarmos a temperatura e mantivermos o volume constante. Regista a tua previsão.

9- Clica no botão "reiniciar" que se encontra no menu lateral direito para recomeçares uma nova simulação.



10- No menu lateral "Parâmetro Constante" selecciona a opção "Volume".



11- Com a ajuda do rato, movendo, para cima e para baixo o êmbolo, introduz uma determinada quantidade fixa de corpúsculos de gás no recipiente. Não mexas mais no êmbolo de forma a manter constante o número de corpúsculos.

12- Faz aumentar a temperatura movendo o cursor do menu "Controle de Calor" para cima ("Adicionar").



Questão 12: Regista, no espaço abaixo, as tuas observações e conclusões, no que respeita à alteração da agitação corpuscular e à variação de pressão.

Questão 13: As tuas observações e conclusões vão de encontro àquilo que previstes na questão 11?

- a) Sim
- b) Não

Questão 14: Se na questão anterior respondeste:

Sim

Não

Avança para a **Questão 16**

Reflecte sobre a **Situação B**
responde à **Questão 15**

Situação B:

Imagina que ocorre um incêndio num armazém onde existem botijas de gás.

Questão 15: Porque é que a primeira preocupação dos bombeiros é retirar do local as botijas de gás?

- a) Porque à medida que a temperatura aumenta a pressão no interior das botijas de gás também aumenta, podendo fazer com que estas rebentem.
- b) Porque à medida que a temperatura aumenta a pressão no interior das botijas de gás diminui, podendo fazer com que estas rebentem.
- c) Porque o armazenista pediu que os bombeiros as retirassem para não ter tanto prejuízo.

Questão 16: Como explicas os factos que observaste?

Questão 17: Qual é a relação que existe entre a temperatura e a pressão de uma determinada quantidade de gás a volume constante?

Vais agora estudar o efeito do volume na pressão de um gás

Antes de recomeçares a simulação responde primeiro às seguintes questões:

Questão 18: Pensa agora no que acontecerá à pressão de um gás no interior do recipiente se diminuirmos o volume do mesmo mantendo a temperatura constante. Regista a tua previsão.

13- No menu lateral "Parâmetro Constante" selecciona a opção "Temperatura".



14- Introdz novamente uma determinada quantidade fixa de corpúsculos de gás no recipiente. Não mexas mais no êmbolo de forma a não aumentar o número de corpúsculos.

15- Com a ajuda do rato, ajuda o boneco a empurrar a parede lateral de modo a diminuir o volume do recipiente.



Questão 19: Regista as tuas observações e conclusões em relação à variação de pressão registada no barómetro.

Questão 20: As tuas observações e conclusões vão de encontro àquilo que previste na questão 18?

- c) Sim
- d) Não

Questão 21: Se na questão anterior respondeste:

Sim
↓

Avança para a **Questão 23**

Não
↓

Reflecte sobre a **Situação C** e responde à **Questão 22**

Situação C:

Imagina que tens um balão cheio de ar.

Questão 22: O que poderá acontecer se o apertares demasiado?

- a) Quando apertas o balão o seu volume diminui e os corpúsculos passam a chocar mais vezes uns com os outros e com as paredes do balão. Assim, a pressão aumenta e o balão poderá rebentar.
- b) Quando apertas o balão o seu volume diminui e os corpúsculos passam a chocar menos vezes uns com os outros e com as paredes do balão. Assim, a pressão diminui e o balão não rebentará.
- c) Quando apertas o balão ele pode escorregar-te das mãos e desaparecer no ar.

Questão 23: Como explicas os factos que observaste?

Questão 24: Qual é a relação que existe entre a pressão de uma determinada quantidade de gás e o volume que este ocupa, a temperatura constante?

Síntese: Organiza, num esquema, as conclusões que retiraste depois de teres usado esta simulação.

Saber mais...

Proposta 1 – Como deves ter percebido podes explorar ainda mais as potencialidades desta simulação. Podes por exemplo recommençar a simulação e:

- introduzir um número crescente de corpúsculos de gás;
- aumentar a temperatura até valores muito elevados
- reduzir o volume até um mínimo possível.

Consegues prever o que acontecerá ao recipiente em cada um dos casos? Experimenta e não te esqueças de registar os valores de pressão que observares. Tenta explicar sempre os valores que o barómetro vai registando.

Proposta 2 – Com base nas observações que fizeste tenta explicar algumas situações com que te deparas no dia-a-dia:

- Porque “salta” a rolha do espumante quando agitamos a garrafa?
- Porque é que “incham” as garrafas de água vazias (cheias de ar) se as deixarmos ao calor, por exemplo dentro do carro no Verão?
- Porque é que se enchermos demasiado um balão ele rebenta?
- Porque é que uma bola de ténis de mesa amachucada (não furada) pode ser concertada se a colocarmos em água quente?

FIM

8. APÊNDICES

8.1 Apêndice 1

ESTADOS FÍSICOS DA MATÉRIA E LEIS DOS GASES: UMA PROPOSTA EM AMBIENTE VIRTUAL

Alex Roger Teixeira
José Carlos Gesser
Salvino Júnior Zampieri Alves

²**Roteiro de atividades*

Este roteiro tem o objetivo de orientá-lo no desenvolvimento das atividades sobre os estados físicos da matéria e leis dos gases ideais. Nesta atividade serão usados os simuladores computacionais para relacionar as variáveis dos fenômenos em questão. Portanto, procure seguir as atividades da maneira como elas são apresentadas e no caso de dúvida em como executá-la, busque ajuda com o professor. A atividade será realizada em grupos de no máximo 5 alunos.

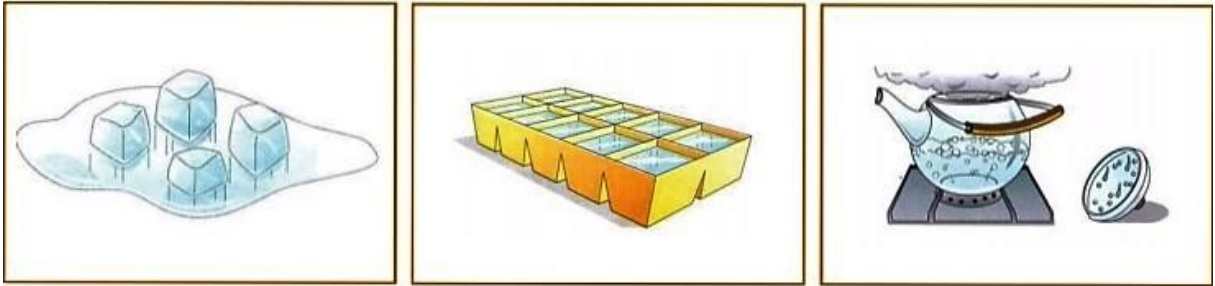
• **Questões:** Apenas discuta com seus colegas antes do procedimento.

- *Por que quando se pressiona uma pedra de gelo ela derrete?*
- *O que diferencia os três principais estados físicos da matéria?*
- *Quais os principais fatores responsáveis por uma mudança de estado físico?*

Primeira parte:

Sempre que tocamos, mudamos de lugar ou pesamos alguma coisa, estamos trabalhando com a matéria. As propriedades da matéria são o objeto da química, particularmente a conversão de uma forma da matéria em outra. Mas, o que é matéria? A matéria é, na verdade, muito difícil de ser definida com precisão sem o apoio das ideias avançadas da física das partículas elementares, porém uma definição operacional simples é que matéria é qualquer coisa que tem massa e ocupa espaço. Assim, o ouro, a água e a carne são formas da matéria, mas a radiação eletromagnética (que inclui a luz) e a justiça não o são. As substâncias e a matéria, em geral, existem em diferentes formas, chamadas de estados da matéria. Os três estados da matéria mais comuns são o sólido, líquido e gás.

² Roteiro baseado em: “Roteiro de exploração de software educativo – Propriedade dos Gases” do Grupo de Multimídia, Ensino e Fronteiras da Química do Centro de Investigação em Química da Universidade do Porto – CIQ (U.P.). E no “Simulador - Guia Pedagógico” de LOEBLEIN, Trish e PERKINS, Khaty. Disponível em Português no link “Conteúdos Digitais Educativos” da rede Anísio Teixeira <<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/contenudos-digitais/contenudos/listar>>



Disponível em: <http://blog.educacional.com.br/4anoliceu/page/3>

Um **sólido**: é a forma da matéria que retém sua forma e não flui.

Um **líquido**: é uma forma fluida da matéria, que tem superfície bem definida e que toma a forma do recipiente que o contém.

Um **gás**: é uma forma fluida da matéria que ocupa todo o recipiente que o contém.

ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

Na figura, a água é representada nos seus três estados físicos. Você conseguiria explicar, em nível **molecular**, o que ocorre na mudança de um estado físico para o outro? Utilize o software.

1) Abra o programa “Estados da Matéria” e clique com o botão esquerdo do mouse para selecionar a opção “Sólido, Líquido, Gás” no canto superior esquerdo da tela. Depois, selecione a molécula da água, à direita da tela e clique no botão “estado sólido”. Segure “clicado” o botão esquerdo do mouse em cima do botão “aquecer” do software e puxe-o para cima, note que a temperatura está na unidade Kelvin. Aqueça o sistema até a temperatura passar de 900 K. O que aconteceu durante esse processo?

2) Após responder a primeira questão, resfrie o sistema até 20 K. O que aconteceu durante o resfriamento do sistema? Por que isso ocorre? Repita todo o procedimento para as outras substâncias: Oxigênio, Argônio e Neônio. Ocorre algo semelhante? Por que você acha que isso ocorre?

3) Após o procedimento, clique em “mudança de fase” no canto superior da tela. Selecione a molécula de água. Deixe a temperatura próxima de 273 K, e note o que ocorre com a pressão, no “medidor de pressão” acoplado ao sistema. Depois, adicione mais moléculas de água, fazendo o movimento semelhante ao de aquecimento, na bomba do lado direito. O que ocorre com a pressão? Por que você acha que isso ocorre?

4) Agora, segure o mouse em cima do “dedo” no programa, e puxe-o para baixo até o limite. O que ocorreu? Por que você acha que isso ocorre?

5) Realize outro procedimento, só que dessa vez só aumente a temperatura até o limite (maior que 3000 K), o que ocorre? Por que você acha que isso ocorre?

6) Realize os mesmos dois procedimentos anteriores com a molécula de Oxigênio, ocorre algo semelhante?

- Agora que você realizou o procedimento, **responda** as questões propostas inicialmente. Você pode utilizar o verso da folha.

Segunda Parte:

- **Questões:** Procure discutir com seus colegas antes do procedimento, depois debata novamente e se necessário, reformule seus argumentos para respondê-las. Utilize o verso da folha.

- Como você explicaria o fato dos pneus dos carros parecerem mais “duros” em dias quentes? -

O que acontece com o ar dentro de uma seringa tampada quando o êmbolo é pressionado?

- Qual o motivo de não se deixar embalagens do tipo spray em locais quentes ou próximos ao fogo?

As variáveis: **temperatura, pressão e volume**, são conhecidas como **variáveis de estado**. Estão relacionadas nos gases pela chamada **lei dos gases ideais**. Por definição, um gás ideal segue a **teoria cinética dos gases** exatamente, isto é, um gás ideal é formado de um número muito grande de pequenas partículas, as moléculas, que tem um movimento rápido e aleatório, sofrendo colisões sem perder quantidade de movimento. Além disso, as moléculas são tão pequenas que as forças de atração entre elas são mínimas. Embora a **lei dos gases** tenha sido deduzida para **gases ideais**, ela dá uma descrição razoavelmente precisa do **comportamento da atmosfera**, que é uma **mistura de muitos gases**.



Na foto ao lado esquerdo, o cientista **Robert Boyle**, foi **filósofo, químico e físico** irlandês que se destacou pelos seus trabalhos no âmbito da **física** e da **química**. Foi ele quem enunciou a chamada **Lei de Boyle** para um gás ideal: “Em um sistema fechado em que a temperatura é mantida constante, verifica-se que determinada massa de gás ocupa um volume inversamente proporcional a sua pressão”.

Na foto ao lado direito, vemos dois grandes cientistas, **Jacques Charles e Joseph Louis Gay-Lussac**, respectivamente. Juntos, através de muitos estudos elaboraram as **Leis de Charles e Gay-Lussac para um gás ideal**: “Em um sistema sob pressão constante, verifica-se que o volume ocupado por determinada massa de gás é diretamente proporcional à sua temperatura. E em um sistema fechado em que o volume é mantido constante, verifica-se que a pressão exercida por determinada massa de gás é diretamente proporcional à sua temperatura”.



Podem parecer que **em dias quentes a pressão será alta e em dias frios será baixa**. Contudo, **isto não ocorre necessariamente**. A dependência da pressão em relação a duas variáveis interdependentes (volume e temperatura) complica o assunto. Como na **atmosfera o volume de ar pode variar**, variações na **temperatura** afetam a densidade do ar (massa por unidade de volume de ar), isto é, a densidade do ar varia inversamente com a temperatura. Em termos da lei dos gases isto significa que o **aumento da temperatura não é normalmente acompanhado por um aumento na pressão atmosférica** ou que **decréscimo de temperatura não está usualmente associado com pressão atmosférica mais baixa**. Na realidade, por exemplo, sobre os continentes, em latitudes médias as **pressões mais altas** são registradas no **inverno**, quando as **temperaturas são menores**. A **lei dos gases** ainda é **satisfeita** porque a densidade do ar neste caso cresce (número maior de moléculas) quando a temperatura diminui (menor movimento das moléculas) e mais do que compensa esta diminuição. Assim, **temperaturas mais baixas** significam **maiores “volumes de ar”** e frequentemente **maiores pressões na superfície**. Por outro lado, quando o ar é **aquecido na atmosfera**, ele se expande, devido a um movimento maior das moléculas e **seu volume aumenta**, resultando geralmente num **decréscimo da pressão**.

Textos adaptados de:

Meteorologia Básica - Notas de Aula. Prof. Alice Marlene Grimm, <<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap4/cap4-2.html>> acesso em junho de 2015.

FONSECA, M. R. M. da. “Química. Meio Ambiente, Cidadania, Tecnologia”. vol. 2. Cap. 1 2010.

Nos textos são apresentados os enunciados das leis dos gases ideais. Você conseguiria explicar, em nível **molecular**, o que ocorre quando as **variáveis de estado** sofrem alteração? Utilize o software.

1) Abra o programa “Propriedades dos Gases” e note que inicialmente, a pressão está em 0,00 atm, a temperatura está em 0 K e não há volume. Sendo assim, selecione no canto superior direito da tela, o “parâmetro constante” inicialmente sendo a temperatura. Depois, mova o “bonequinho” para a direita até o máximo que ele for, e depois disso, faça um movimento apenas para encher de gás, “bolinhas azuis” (espécie pesada) o sistema. Espere 30 segundos e anote o que acontece com a pressão.

2) Posteriormente, puxe o “bonequinho” para a esquerda até o máximo que conseguir. Anote o que acontece com a pressão e responda para ambos os casos: o que você está fazendo quando puxa para a esquerda ou para a direita o “bonequinho”? O que acontece com a pressão, em cada caso? Qual lei dos gases ideais está relacionada a esse procedimento e o que ela diz? Você conseguiu visualizar isso no sistema? Repita o procedimento para as “bolinhas vermelhas” (espécie leve) para comparar os dois.

3) Agora, selecione no canto superior direito da tela, como “parâmetro constante” o volume e reinicie. Depois, faça um movimento apenas para encher de gás, “bolinhas azuis” (espécie pesada) o sistema. Espere 30 segundos e anote o que acontece com a pressão e a temperatura. E adicione mais três vezes gás, e anote novamente o que ocorre com a pressão e a temperatura.

4) Depois disso, esfrie o sistema, até perto de 50 K, anote o que acontece com a pressão e responda: Nos dois casos, qual lei dos gases ideais estava relacionada? O que ela diz? Você conseguiu visualizar isso no sistema? Repita o procedimento para a espécie leve, as “bolinhas vermelhas”.

5) Dessa vez, selecione no canto superior direito da tela, como “parâmetro constante” a pressão e reinicie. Depois, faça um movimento apenas para encher de gás, “bolinhas azuis” (espécie pesada) o sistema. Espere 30 segundos e anote o que acontece com o volume e a temperatura. Aqueça o sistema, anotando novamente o que ocorre com o volume e a temperatura. Você pode fazer o movimento contrário, e anotar o que acontece: nos casos, qual lei dos gases ideais está relacionada? O que ela diz? Você conseguiu visualizar isso no sistema? Repita o procedimento para a espécie leve, as “bolinhas vermelhas”.

6) Agora, para finalizar, selecione no canto superior direito da tela, como “parâmetro constante” a opção “nenhuma”. Depois, faça um movimento apenas para encher de gás, “bolinhas azuis” (espécie pesada) o sistema. Aqueça o sistema, por uns 5 segundos, e depois diminua o volume até o limite. Anote suas observações e tente explicar por que isso ocorre.

-
-
-
- Agora que você realizou o procedimento, **responda** as questões propostas no início da segunda parte. Você pode utilizar o verso da folha.

Referências:

ATKINS, Peter William; JONES, Loretta. *Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente*. 5. ed. Porto Alegre: Bookman, 2012.

FONSECA, M. R. M. da. *Química. Meio Ambiente, Cidadania, Tecnologia*. vol. 2. Cap. I 2010.

GRIMM, A. M. *Meteorologia Básica - Notas de Aula*. Disponível em:

<<http://fisica.ufpr.br/grimm/aposmeteo/cap4/cap4-2.html>> acesso em junho de 2015.

LOEBLEIN, Trish e PERKINS, Khaty. “*Simulador - Guia Pedagógico – Propriedades dos gases*”. Disponível em Português no link “Conteúdos Digitais Educacionais” da rede Anísio Teixeira <
<http://ambiente.educacao.ba.gov.br/conteudos-digitais/conteudos/listar>>

NABIÇA, M. G; AMADOR, D. H. T. *O uso do simulador “estados físicos da matéria” – Básico. Para o ensino de química*. Encontro de Profissionais da Química da Amazônia. 2015.

8.2 Apêndice 2



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS FÍSICAS E MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA**

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Esta pesquisa é sobre a aplicação de uma atividade interativa. O estudo é desenvolvido por Alex Roger Teixeira, graduando do curso de Química Licenciatura pela Universidade Federal de Santa Catarina, sob a orientação do Professor Dr. José Carlos Gesser (Departamento de Química - UFSC).

Os objetivos de estudo giram em torno de como discentes do ensino médio avaliam uma proposta de utilização da metodologia de softwares de simulação computacional no ensino de química. Espera-se com a pesquisa, agregar contribuições às aulas e também auxiliar no processo de construção do conhecimento dos discentes.

Sua contribuição é voluntária, mas é considerada de extrema importância para que a pesquisa possa ter um êxito. Nesse sentido, aceitamos sua colaboração participando através da resposta a um questionário entregue pelo aluno que desenvolve a pesquisa. Da mesma forma, solicitamos sua autorização para apresentar os resultados desse estudo em eventos da área das ciências e publicá-los em revistas científicas da referida área. Salienta-se que em todas as circunstâncias, seu nome será mantido em sigilo, dado que a resposta ao questionário não necessita de identificação.

Sendo assim, para finalizar, solicitamos que expresse através da seguinte declaração: “declaro que fui devidamente esclarecido e dou meu consentimento para participar da pesquisa e para publicação dos resultados. Estou ciente”.

Assinatura: _____

Local/data: _____

Agradecemos sua colaboração.

8.3 Apêndice 3

Esse questionário tem como objetivo analisar a sua avaliação a respeito da utilização de simulações computacionais no ensino de química. Dessa maneira, assinale apenas uma alternativa para cada afirmação, de forma a expressar seu nível de concordância.

Questão 1.

A proposta da utilização de softwares simuladores nas aulas de química pode facilitar a assimilação dos conteúdos estudados.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 2.

É mais adequado que não haja questões problematizadoras durante a utilização do software, para que o estudante formule seus próprios questionamentos.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 3.

A proposta de atividade favorece o interesse do aluno pela química.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 4.

Seria mais adequado que o professor não intervisse na atividade quando o aluno apresenta dúvidas.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 5.

A proposta de atividade utilizando software simulador é confusa e maçante.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 6.

A atividade utilizando software simulador tem potencial para suprir aulas experimentais.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 7.

A atividade utilizando software de simulação tem potencial para favorecer a construção do conhecimento por parte do estudante.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 8.

A atividade utilizando software de simulação não causa equívocos ao aluno.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 9.

A atividade utilizando software de simulação favorece a utilização de novas tecnologias e métodos de ensino por parte do professor.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente

Questão 10.

É desejável que mais atividades que façam uso de softwares de simulação estejam presentes nas aulas de química em muitos conteúdos, em qualquer nível de ensino.

Concordo fortemente Concordo Indeciso Discordo Discordo fortemente