

Simulações virtuais em química

Virtual simulations in chemistry

Luis Felipe Silveira¹

Paula Nunes²

Alessandro Cury Soares³

Resumo: O ensino de química, muitas vezes, é visto com desinteresse por parte dos estudantes, principalmente em escolas públicas, espaços nos quais os professores dispõem de poucos recursos para efetivar aulas mais atrativas. Atualmente, o uso de recursos mais acessíveis, como a informática e, associado a ela, as simulações virtuais, pode contribuir para melhorar essa realidade. Sendo assim, o presente trabalho trata de um estudo de caso realizado em uma turma do ensino médio estadual, que procurou verificar se o uso de simulações virtuais poderia contribuir para melhorar a aprendizagem dos estudantes frente aos conteúdos propostos. Os resultados satisfatórios obtidos evidenciam que esta é uma ferramenta didática potente na aprendizagem de química.

Palavras-chave: Ensino de Química; simulações virtuais; ferramenta didática.

Abstract: The teaching of chemistry is often seen with disinterest on the part of the students, especially in public schools, spaces in which teachers have few resources to make lessons more attractive. Currently, the use of more accessible resources, such as the informatics and, associated with it, the virtual simulations, can contribute to improving this reality. Thus, the present paper is a case study in a state high school class that sought to verify whether the use of virtual simulations could help improve the learning of the students in face of the proposed content. The satisfactory results obtained show that this is a powerful teaching tool in learning chemistry.

Keywords: Chemistry teaching; virtual simulations; didactic tool.

1. Introdução

O ensino de química nas escolas de ensino médio é uma questão desafiadora tanto para os estudantes quanto para os educadores. Para os primeiros, aprender química é, na maioria das vezes, desinteressante, e por isso, desmotivador. Para os últimos, ensinar química é um processo que se torna difícil, pois, entre outras razões, nem sempre existem recursos disponíveis para torná-lo acessível aos alunos.

Sabe-se que a química é uma das ciências que demanda sintonia entre a teoria e a prática, ou seja, os

¹ Aluno da licenciatura em Química do Centro Universitário La Salle/Canoas - RS

² Coordenadora do PIBID Química do Centro Universitário La Salle/Canoas - RS

³ Professor do Mestrado profissional em saúde e desenvolvimento humano do Unilasalle e dos cursos de química do Unilasalle. alessandro.soares@unilasalle.edu.br

alunos, para que compreendam essa ciência em sua totalidade, necessitam entremear teoria e prática. Tal experiência pode ser obtida mediante a realização de aulas práticas em um laboratório de ciências. Porém, o custo envolvido para a instalação e a manutenção dessa estrutura é muito elevado, tornando-se inviável para escolas que dispõem de poucos recursos, o que leva o professor a trabalhar conteúdos de forma mais teórica, sem contar com o recurso experimental. Assim, a aprendizagem de química tende a se tornar algo de difícil compreensão por parte dos estudantes, uma vez que restam para os professores poucas alternativas para aproximar seus alunos do conteúdo.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) colocam que

o ensino de Química nos PCNEM se contrapõe à velha ênfase na memorização de informações, nomes, fórmulas e conhecimentos como fragmentos desligados da realidade dos alunos. Ao contrário disso, pretende que o aluno reconheça e compreenda, de forma integrada e significativa, as transformações químicas que ocorrem nos processos naturais e tecnológicos em diferentes contextos, encontrados na atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera, e suas relações com os sistemas produtivo, industrial e agrícola. (BRASIL, 1999, p. 84)

Considerando o exposto na citação, a informática pode ser integrada ao ensino de química de uma forma simples, podendo obter resultados satisfatórios. Isso pode ser feito através do uso de simulações virtuais (disponíveis gratuitamente na rede), que trabalham os conteúdos numa linguagem simples e aplicável.

Sendo assim, a utilização de um simulador virtual para a construção do conhecimento prático e lúdico, necessário nas aulas de química, pode ser uma boa alternativa para os professores do ensino público, que contam com poucos recursos para proporcionar aos seus alunos o contato efetivo com a ciência.

Dessa forma, acredita-se que simulações virtuais de química podem ser utilizadas em aulas de primeiro ano do ensino médio sem custo, tornando o ensino da disciplina mais atrativo e compreensível, além de contribuir na formação dos estudantes.

1.1 Contextualização do ensino de química

As perspectivas do ensino médio, que integra a educação básica, de acordo com a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDBEN), estão voltadas para preparar o aluno-cidadão para atuar frente à vida e ao trabalho. Nesse contexto, conforme destaca Menezes (2004, p. 22), a proposta é de um “aprendizado ativo e participativo”, que dificilmente se articula ao “ensino livresco e ao aprendizado passivo e formal”.

Considerando isso, o conhecimento de química é parte fundamental na formação do cidadão. A forma como é abordado em muitas realidades, com uma supervalorização da memorização de fórmulas e execução de cálculos, uma matematização da química, sem propiciar uma melhor compreensão da sua relação com o conceito que está sendo trabalhado, distancia-o do seu real propósito: a aprendizagem. Essa situação tem relação com a maneira como o processo de ensino e aprendizagem é desenvolvido. Pode ser gerada pela preocupação excessiva de se cumprir longos programas de conteúdo, distantes da realidade do aluno, pelo enfoque demasiado no campo submicroscópico e por aulas meramente expositivas. Ações didáticas diversificadas, dentre elas atividades experimentais bem desenvolvidas, a utilização da história

da ciência, permeando o andamento das aulas, projetos interdisciplinares e o uso da informática podem, quando articulados, colaborar no propósito de contribuir para a formação de cidadãos comprometidos com sua comunidade.

Com relação a isso, Chassot coloca que

é inadmissível que a Química do 2º Grau não ajude a aperfeiçoar um soldador mecânico, um frentista de posto de combustível, um controlador de alimentos perecíveis de um supermercado, um agricultor, um operário de uma cervejaria, um encanador, um empregado de uma lavanderia. (CHASSOT, 1990, p. 32)

Complementando a ideia de Chassot, Eichler (2002) retrata em seu trabalho que, apesar de a química ser uma das principais áreas produtoras de conhecimento, esse é pouco veiculado na mídia comum, uma vez que seu entendimento requer uma ampla base teórica e prática. Destaca ainda que as ciências devem promover nos estudantes um perfil analítico, científico, criativo e crítico e que, para tanto, é importante associar o processo ensino aprendizagem ao cotidiano.

Cabe ressaltar, entretanto, que, apesar de reconhecida a importância do conhecimento científico frente às decisões a serem tomadas no dia a dia, a dificuldade de uma concreta articulação entre as realidades descritas é, ainda, bastante evidente. Mortimer (2002, destaca que diversas situações do cotidiano, as quais a ciência poderia explicar, são bastante complexas e envolvem a articulação de vários conceitos científicos, algo a que o professor, muitas vezes, não está acostumado. Ainda segundo o mesmo autor (2000, p. 118), é importante auxiliar os alunos na “construção de algo que é diferente do senso comum”. Para ele, a elaboração de uma “cultura sobre ciência contextualizada na cultura científica” envolve o reconhecimento dos limites das teorias, dos modelos e dos avanços.

1.2 Informática aplicada ao ensino

Em plena era digital, ainda há pessoas que não estão familiarizadas com a tecnologia que é o computador. Esse equipamento está presente no dia-a-dia de quase todas as pessoas, seja na forma de um caixa eletrônico de banco, ou até mesmo em um automóvel. A escola, em tempos de *internet*, *softwares* e outros aplicativos, não deve mais centrar-se apenas em giz e lousa. A tecnologia coloca o aluno em contato com essa realidade presente na sociedade atual, de forma dinâmica e interativa.

Segundo os PCNEM, o uso do computador no ensino hoje em dia é particularmente importante pela facilidade de busca e articulação de informações através da internet. Também existe, atualmente, 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, a 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.

Acredita-se que, ao utilizar a informática em sala de aula, o professor deve preparar-se, elaborando estratégias de ensino que atraiam os estudantes para o conteúdo a ser lecionado, para que possa haver con-

tribuições na construção do conhecimento e que a utilização de *softwares* ou programas multimídias não seja apenas a visualização sequencial de textos, figuras ou vídeos, mas que tenha a participação efetiva do estudante. Ou seja, é necessário que *softwares* ou programas multimídia ofereçam estratégias de interação com os usuários, por exemplo, fazendo com que eles pensem e proponham soluções para um determinado problema.

Assmann (2005) propõe que, mais que uma simples disponibilização da informação, é fundamental que aconteça o desencadeamento de um vasto e contínuo processo de aprendizagem. Segundo o autor, as possibilidades cognitivas são multiplicadas com as novas tecnologias e isso precisa ser aproveitado ao máximo. A função do recurso tecnológico será a de auxiliar nessa dinâmica do aprender e não simplesmente a de ser um instrumento que pode dispensar a ação fundamental dos sujeitos que o utiliza, conforme salienta. Ainda de acordo com o autor, o papel principal na aprendizagem sempre caberá à “paixão humana pelo estudo e pela experiência de aprendizado”. (pg. 11)

A contribuição que os recursos tecnológicos, em especial a informática, têm trazido ao ensino de química, por exemplo, por meio das simulações, é a reversão de uma situação de afastamento desenvolvida por parte dos alunos em relação ao monólogo do professor, treinando macetes e dicas de como decorar fórmulas e nomes de substâncias.

Conforme Pais (2002), os resultados positivos do uso da informática no espaço escolar apresentam relação direta com o nível de interatividade estabelecido entre os alunos e as informações contidas nos recursos trabalhados (*softwares* e *internet*). O uso do computador como um recurso didático à ação do professor em sala de aula, visando enriquecer as situações de aprendizagem e a elaboração do saber pode colaborar para que esse conhecimento adquira um grau maior de significação. Porém, para que tal realidade se efetive, é essencial perceber que “se as ações do usuário não forem correspondidas satisfatoriamente pela configuração do programa, a aprendizagem tende a igualar-se às situações didáticas sem o uso da informática”(PAIS, 2002, p. 144).

Posto isso, a escola pode adaptar-se e abrir-se para as possibilidades geradas pelas tecnologias, não ignorando ou desafiando essa presença atual, o que provocaria um distanciamento do ensino desenvolvido e das novas linguagens. Contudo, reforça-se a importância de não agir de forma acrítica e alienada em relação aos recursos. O potencial das tecnologias digitais no contexto educacional determina oportunidades adicionais aos alunos, ampliando, assim, os limites da sala de aula.

1.3 Simulações virtuais em química

Segundo Ferreira (1998), o conceito de aprendizado mediado pelo computador não é novo. O uso de programas interativos e simuladores focados em aperfeiçoar o processo de ensino aprendizagem podem modificar a visão do senso comum e contribuir para um bom desenvolvimento cognitivo.

Para Souza (2004, p. 489), “a utilização de recursos computacionais nas aulas de Química representa uma alternativa viável, pois pode contribuir no processo educacional e na tentativa de contextualizar a teoria e prática”. Destaca ainda que alguns dos motivos do uso da informática no ensino dessa disciplina são a melhoria da capacidade de compreensão, a intensificação da aprendizagem visual, o desenvolvimen-

to autodidático, o auxílio na visualização de conteúdos mais abstratos e de experimentos potencialmente perigosos para serem feitos em laboratório.

Eichler e Del Pino (1988, p.4) colocam que programas simuladores, de modelagem e jogos são os que apresentam uma abordagem cognitivista, uma vez que “o aluno é elemento participante da simulação, pois controla variáveis e parâmetros que regem esta simulação”.

Valente (2001), comenta os diferentes usos do computador na educação e, a respeito da simulação virtual, destaca que ela

envolve a criação de modelos dinâmicos e simplificados do mundo real. Estes modelos permitem a exploração de situações fictícias, de situações com risco, como manipulação de substância química ou objetos perigosos; de experimentos que são muito complicados, caros ou que levam muito tempo para se processarem. (VALENTE, 2001, p.11)

Ainda conforme Valente (2001), através de simuladores, a construção do conhecimento é contínua e se caracteriza pela formação de novos conhecimentos inexistentes anteriormente. O aluno aprende a construir os conceitos, informações e modelos através da aquisição de instrumental lógico-racional. Essas simulações são abordadas de uma maneira ilustrada e lúdica, associando, muitas vezes, os conteúdos a situações do cotidiano.

Numa abordagem técnica, simulações virtuais são arquivos do tipo *Flash*, que apresentam extensões como *.swf*, *.exe* e/ou *.html*. A extensão do tipo *.swf* gera arquivos menores e é mais indicada para qualquer computador que possua *Internet Explorer*. Segundo a Macromedia, esses tipos de arquivo podem ser executados em cerca de 98% dos computadores do mundo, já que os requisitos de sistema para suportá-los são mínimos.

2. Metodologia

O presente artigo é embasado em um trabalho de conclusão de graduação e, por isso, procurou-se direcionar as discussões para a simulação de densidade.

2.1 Perfil da população

Esta parte do trabalho foi feita mediante a aplicação de questionário específico para verificar, na população estudada, o interesse dela pela disciplina de química e pela informática; a finalidade do uso do computador e da *internet* e onde eles tinham acesso a tais recursos de informática.

2.2 Avaliação dos conceitos prévios

Os pré-testes aplicados avaliaram quais os conhecimentos prévios que os estudantes pesquisados dominavam, uma vez que, na série final do ensino fundamental, é comum as escolas trabalharem, ainda que de maneira superficial, uma introdução aos conteúdos de química.

Conforme Haydt (2004), dentre diferentes modalidades de avaliação, encontra-se a modalidade diagnóstica, cuja função é a de diagnosticar a situação de aprendizagem do educando, tendo em vista a tomada de decisões para a melhoria de sua qualidade e a proposta de novas aprendizagens. Ela verifica o conhecimento prévio do aluno.

Escolhida tal modalidade, os testes foram aplicados de forma individual, sem consulta, sem o auxílio do professor quanto a questionamentos referentes a conteúdos. Foi orientado aos estudantes que, caso não soubessem responder, colocassem “não sei” na resposta da questão.

2.3 Escolha e aplicação das simulações

Aqui foram pesquisados em diversos *sites* da *internet* as simulações disponíveis, seus conteúdos e sua aplicabilidade em uma turma de primeiro ano de ensino médio. Durante esse processo de escolha, chegou-se ao ambiente Portal do Professor do Ministério da Educação (MEC). Esse ambiente fornece ao professor uma grande estrutura de apoio para o desenvolvimento de suas atividades docentes. A escolha das simulações se baseou no plano de trabalho da disciplina de química para o primeiro ano. Os dois conteúdos escolhidos para a aplicação das simulações foram densidade e misturas e separação de misturas.

Após a escolha das simulações, foi feita a aplicação dos mesmos mediante o uso de um aparelho projetor e de um microcomputador.

As simulações utilizadas foram “Laboratório explosivo”, “Revisando a aula” e “Zan Zan–O que será que eu faço para...”. Sendo que a primeira tratava da densidade, enquanto as outras, de misturas e separação de misturas.

Figura 1: Abertura das simulações



Fonte: Portal do Professor, 2012

2.4 Verificação da aprendizagem

A verificação prevista foi feita mediante aplicação de teste avaliativo sobre os conteúdos e as simulações escolhidas na disciplina.

2.5 Avaliação da aceitação

Após o uso da primeira simulação sobre densidade, foi realizada a avaliação de sua aceitação frente aos dados obtidos através dos questionários aplicados, pois, caso a aceitação não fosse boa, seria necessário reavaliar a metodologia.

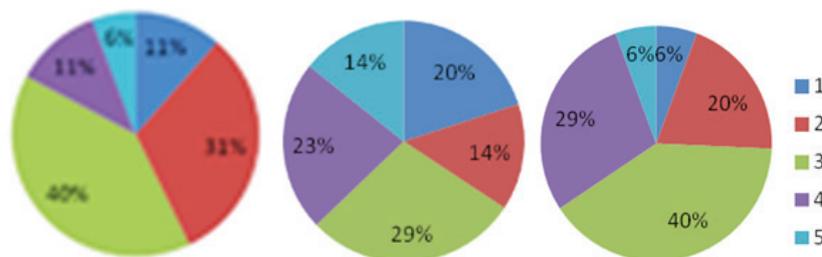
3. Resultados e Considerações

3.1 Perfil da população

3.1.1 Relação com a química

Os alunos avaliaram com notas de 1 (para menor) a 5 (para maior) a intensidade de sua preferência no que era perguntado. A primeira questão pedia para avaliar seu gosto e interesse pela química. A segunda, a importância da química para eles e a terceira, a dificuldade da disciplina. Os percentuais obtidos para as questões citadas estão na sequência de gráficos a seguir.

Gráfico 1: Avaliações sobre a química



Fonte: Autoria própria, 2012

Analisando os gráficos, observou-se que a maioria dos alunos atribuíram notas para seu interesse e gosto pela química entre 2 e 3. Para a importância atribuída à disciplina, destaca-se uma maior concentração de alunos entre as notas 3 e 5, sugerindo que, apesar de a maioria apresentar um interesse mediano, considera a disciplina com uma boa importância (boa importância não ficou bem, mas mantive porque imaginei ter sido o texto de um dos quesitos respondidos. se não, tentamos trocar por importância relativa ou bem importante...). Já em relação às dificuldades encontradas na disciplina, a maior parte dos estudantes atribuiu notas de 3 a 5, sendo que muitas das justificativas apresentadas por eles destacavam a complexidade dos conteúdos, o que pode ter sido a causa de um menor interesse pela disciplina.

3.1.2 Informática

Quanto à informática, verificou-se que a maioria dos alunos possui computador em casa e também acesso à *internet*. Já na escola, o mesmo não foi evidenciado pelo fato de que o laboratório de informática apresentava problemas técnicos.

Outra constatação obtida foi que as principais finalidades pelas quais esses estudantes utilizam o

computador e a *internet* se referiam a atividades de lazer (jogos, vídeos, acesso a redes sociais e *sites* de relacionamentos) e para atividades escolares (pesquisas e trabalhos).

Perguntou-se ainda se os alunos já tiveram aula em laboratório de informática e se já haviam tido algum tipo de aula ou simulação virtual (perguntas 13 e 14, respectivamente). Nelas constatou-se que, do total de alunos, 86% já tiveram aula em laboratório de informática, ao passo que 74% dos mesmos nunca vivenciaram qualquer tipo de simulação virtual.

3.2 Avaliações

3.2.1 Pré-teste

Através do pré-teste sobre densidade, verificou-se quais conceitos os estudantes entrevistados apresentavam, tendo em vista o senso comum ou algum conteúdo visto no ensino fundamental.

Ele era composto de cinco questões, a serem respondidas de forma descritiva ou através de cálculos, interpretando o exercício e aplicando a fórmula de densidade. Novamente, foi dito aos alunos que, caso eles realmente não soubessem responder a questão, colocassem a expressão “não sei”.

Questão 1

Quando se deixa cair uma peça de metal com massa 112,32g em um cilindro graduado que contém 23,45mL de água, o nível de água sobe para 29,27mL. Por que isso acontece? Que informação nos dá sobre a peça?

A pergunta tinha por objetivo verificar no aluno sua capacidade de associar o volume deslocado no cilindro ao volume que a massa da peça ocupa. Na Tabela 1, são apresentados os resultados obtidos.

Tabela 1: Resultados da questão 1 do pré-teste sobre densidade

Não soube	26%
Associou peso da peça ao deslocamento do volume	14%
Associou volume da peça ao deslocamento do volume	3%
Associou a peça ocupando espaço	37%
Associou o peso da peça maior que o da água	20%

Fonte: Autoria própria, 2012

Afirmaram não saber responder 26%. Uma parcela utiliza a palavra “peso” em vez de massa, o que não significa estar errado, mas pode expressar inadequadamente terminologias, advindas, talvez, até mesmo do senso comum ou do conhecimento empírico. Somando as formas utilizadas pelos estudantes, para afirmar que a peça, por algum motivo, ocupa um lugar no espaço e, assim, pode deslocar o volume, chega-se a um total de 54%, ou seja, mais da metade consegue realizar tal associação.

Questão 2

A densidade do ouro é de $19,3 \text{ g/cm}^3$. Um comerciante recebeu um objeto supostamente feito de ouro puro, com massa $57,9 \text{ g}$ e volume $2,5 \text{ cm}^3$. A partir desses dados, ele concluiu que o objeto não era de ouro puro. Como ele chegou a essa conclusão?

Na questão em destaque, já estava afirmado no enunciado que o objeto supostamente de ouro não era de ouro; para confirmar isso, era necessário calcular a densidade do objeto e dizer que o comerciante chegou a tal conclusão comparando a densidade do ouro puro com a calculada para o objeto. Se o objeto fosse mesmo de ouro puro, o valor de densidade seria o mesmo; caso contrário, a diferença entre os resultados indicaria a presença de impurezas ou o fato de ser feito de outro material que não ouro, constituindo a peça.

Vinte e três por cento dos alunos responderam algo similar a isso. Outros 54% afirmaram não saber e o restante (23%) associou a densidade do ouro ao peso do objeto dado.

Questão 3

São comuns as expressões como “o alumínio é um metal leve” ou “o chumbo é um metal muito pesado”. Discuta o significado dessas expressões em relação ao conceito de densidade.

Nessa pergunta o aluno precisava relacionar expressões do enunciado com densidade, ou seja, tem mais ou menos massa por unidade de volume.

Conseguiram relacionar o “leve” e o “pesado” com menor e maior densidade, respectivamente, uma parcela de 23% da turma. Já 63% disseram não saber e 14% afirmaram que o peso de um era maior que o de outro.

Questão 4

Se um corpo tem a massa de 20 g em um volume de 5 cm^3 , qual é a sua densidade?

O exercício proposto exigia do estudante somente a aplicação da fórmula da densidade (densidade = massa/volume), o que resultaria no valor de 4 g/cm^3 . Acertaram a questão 26% da turma. Não souberam 60% e responderam outros valores 14%. Inserido nesse último percentual, houve respostas como 25, provavelmente da soma dos dados ($20 + 5$); 0,25, da razão inversa de 5 por 20 e, ainda, 6,25, sem uma explicação que possa ser discutida.

Questão 5

Uma proveta tinha $8,75 \text{ mL}$ de água destilada. Ao colocar uma peça de metal com massa 10 g dentro da proveta, o volume da água subiu para 10 mL . Qual a densidade do metal em g/mL ?

Essa guardava grande semelhança com a questão um, porém, aqui, era preciso associar o volume deslocado pela peça na proveta ao volume da peça; feito isso, aplicava-se a fórmula de densidade, encon-

trando o valor de 8g/mL.

Nenhum aluno conseguiu acertar, mas 31% tentaram resolver a questão. Outros 69% disseram não saber.

Os alunos que tentaram resolvê-la lançaram mão de duas linhas de raciocínio: uma que considerou a massa dada no problema e o volume final para calcular o valor de densidade (representando 55% dos que responderam); a outra parte desses alunos calculou o volume deslocado, indicando-o como resposta.

3.2.2 *Verificação da aprendizagem*

O teste de densidade, como comentado anteriormente, foi aplicado após esse conteúdo ter sido desenvolvido com a turma, com explicações do professor e o uso da simulação sobre densidade. Teve a finalidade de avaliar o entendimento dos conteúdos trabalhados e a simulação sobre densidade aplicada. O referido teste fez parte de uma prova individual objetiva aplicada nos alunos, na qual as dez questões eram similares às do pré-teste ou às situações da simulação virtual.

Em geral, foi verificada uma evolução na aprendizagem dos conceitos trabalhados, no que diz respeito à densidade.

Questão 1

Quando se deixa cair uma peça de metal com massa 8,0g em um cilindro graduado que contém 25 mL de água, o nível de água sobe para 30 mL. A densidade desse metal é:

(A) 1,6g/L (B) 1,6g/mL (C) 0,32g/cm³ (D) 1,6kg/mL (E) 16g/mL

O exercício é similar às questões 1 e 5 do pré-teste. A resposta era a alternativa “B”. Para resolver tal problema, era preciso verificar a diferença de volume deslocado (5 mL) e aplicá-lo na fórmula de densidade, encontrando 1,6g/mL.

Houve um índice de 59% de acertos na questão, o que mostra um grande crescimento, comparando com a questão 5 do pré-teste (que ninguém acertou), a qual exigia o mesmo tipo de raciocínio.

Foi verificado que as duas dificuldades encontradas pelos alunos foram a falta de atenção nas opções de densidades dadas no problema, uma vez que quatro alternativas tinham o mesmo valor e o que as diferenciavam eram suas unidades; a outra constatação refere-se à aplicação errada da fórmula da densidade, que resultava a opção de letra “C”.

Questão 2

A densidade da prata é de 10,5 g/cm³. Um comerciante recebeu um objeto supostamente feito de prata pura, com massa 33,5g e volume 3cm³. A partir dos dados apresentados, ele concluiu que o objeto

não era prata pura. O valor (em g/cm^3) que confirmou isso foi:

- (A) 11,2 (B) 0,09 (C) 11,5 (D) 12,2 (E) 12,1

O problema é semelhante à questão 2 do pré-teste. Era preciso calcular a densidade do objeto e escolher a resposta correta. Houve 62% de acertos, contra 24% escolhas da resposta “C”.

Nesta questão, houve dificuldade com o arredondamento, pois o resultado dava 11,17 (mais próximo de 11,2), mas alguns alunos arredondaram para 11,5. Essa dificuldade foi constatada durante a aplicação do teste, conforme relato dos estudantes. Cabe salientar que arredondamento não havia sido trabalhado nessa disciplina em nenhum momento antes do teste. Mesmo com tal dificuldade, pode-se dizer que o raciocínio utilizado foi correto, apenas não arredondaram corretamente.

Questão 3

Se um corpo tem a massa de 40 kg em um volume de 80 L, qual é a sua densidade?

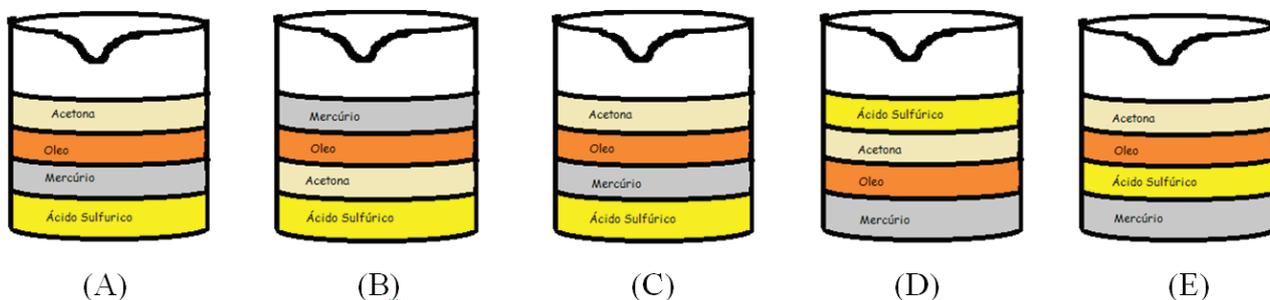
- (A) 0,2g/mL (B) 2g/mL (C) 0,5kg/L (D) 0,5g/L (E) 2kg/L

A resposta dessa questão era a alternativa “C”, calculada através da fórmula de densidade. Essa questão era semelhante ao exercício 4 do pré-teste.

Um total de 69% acertou o problema, o que mostra uma considerável evolução a partir do pré-teste. Outros 10% erraram unidades e 20% fizeram a razão volume/massa em vez de massa/volume.

Questão 4

Uma mistura de Ácido Sulfúrico, Acetona, Óleo e Mercúrio apresenta quatro fases distintas. A figura que melhor retrata essa mistura, considerando suas densidades é: Dados: H_2SO_4 : 1,84kg/L, Acetona: 0,79g/mL, Óleo: 0,90g/mL e Hg: 13,6g/cm³.



O presente problema tratava da mistura de líquidos de diferentes densidades, baseado num semelhante, que havia na simulação de densidade.

O princípio para respondê-lo é que o mais denso fica na fase inferior e, assim, sucessivamente. Analisando as densidades das substâncias propostas, conclui-se que a resposta correta é a letra “E”.

Alguns alunos não responderam (17%). Marcaram a resposta correta 38%. As respostas “B, C e D” tiveram índice de 14% cada, e a opção “A”, 3%. Não há uma explicação lógica para terem escolhido as alternativas “A, B e C”, a não ser pelo não entendimento do conceito de densidade de líquidos, que pode ter gerado uma escolha aleatória, sem avaliar a questão.

Questão 5

Qual o volume, em litros, ocupado por 5g de ouro sólido cuja densidade é $19,3 \text{ g/cm}^3$?

(A) 2,6mL (B) 0,00026L (C) 0,26L (D) 0,0026L (E) 0,026L

O problema ora destacado pedia o volume ocupado por uma massa de ouro. Para sua resolução, era preciso uma mudança algébrica na fórmula da densidade, chegando à razão massa/densidade como igual ao volume. Substituindo os valores, o resultado ficava 0,26mL, que deveria ser passado para litros, encontrando 0,00026L (resposta “B”).

A maioria dos estudantes escolheu a letra “C” (59%) como resposta, o que pode indicar a falta de atenção ou a não compreensão na transformação de unidades. A resposta correta teve 10% de escolha.

Questão 6

Um sólido flutuará num líquido que for mais denso do que ele. O volume de uma amostra de calcita pesando 35,6 g é $12,9 \text{ cm}^3$. Em qual dos seguintes líquidos haverá flutuação da calcita:

(A) Tetracloreto de carbono ($d = 1,60 \text{ g/cm}^3$).

(B) Brometo de metileno ($d = 2,50 \text{ g/cm}^3$).

(C) Tetrabromoetano ($d = 2,74 \text{ g/cm}^3$).

(D) Iodeto de metileno ($d = 3,33 \text{ g/cm}^3$).

(E) A calcita flutua em todos.

A questão 6 precisava, inicialmente, utilizar os dados da calcita para achar sua densidade (calcita, $d=2,76\text{g/cm}^3$). Feito isso, bastava compará-la aos líquidos das alternativas e constatar que o único que apresentava maior densidade e permitiria à calcita flutuar era o Iodeto de Metileno (resposta “D”), visto que sua densidade era maior. Essa questão era associada a alguns exemplos das simulações.

No exercício em análise, um fato que pode ter prejudicado foi a proximidade entre a densidade da substância da letra “C” e a calcita, que pode ter confundido os alunos, fazendo com que eles escolhessem, na maioria, essa alternativa como resposta (38%). Uma parcela da turma não respondeu (17%) e acertaram 28% da totalidade.

Questão 7

Um indivíduo corre carregando uma maleta do tipo 007 (volume de 20dm^3) cheia de barras de certo metal. Considerando que a massa total dessa maleta era de 54000g , **indique** qual o metal está contido na maleta, observando a densidade (em g/cm^3) de cada um:

(A) Alumínio: 2,7 (B) Zinco: 7,1 (C) Prata: 10,5 (D) Chumbo 11,4 (E) Ouro: 19,3

Nesse problema bastava calcular a densidade, mas, antes, converter vinte decímetros cúbicos para centímetros cúbicos. A resposta dessa questão era a alternativa “A”.

Houve um percentual assertivo de 45%, e 10% não responderam. Não há uma explicação do por que mais alunos não conseguiram acertar, pois, mesmo sem converter unidades, chegariam a um valor sugestivo para a resposta correta e, fazendo o cálculo da razão do volume pela massa, encontrava-se algo totalmente fora das opções.

Questão 8

A água do Mar Morto é muito salgada. Nela, quase não há organismos, por isso o nome Mar Morto. A presença de tanto sal nesse mar faz com que as pessoas não afundem. A sua densidade é de $1,12\text{g/mL}$, enquanto os outros mares têm a densidade igual a $1,03\text{g/mL}$. Considerando um pedaço de borracha ($d=1,4\text{g/cm}^3$) e um pedaço de plástico tipo PEAD ($d=0,97\text{g/cm}^3$), analise as afirmativas:

- I) O PEAD, por ser menos denso, pode flutuar tanto no Mar Morto, quanto em outros mares.
- II) A borracha pode flutuar no Mar Morto.
- III) A borracha afunda em outros mares.
- IV) O PEAD tem densidade menor que a borracha.
- V) O fato de uma pessoa flutuar no Mar Morto significa que sua densidade é menor que a dele.

Estão corretas:

(A) I, II e V (B) Somente I e III (C) I, III, IV e V (D) II, IV e V (E) Todas afirmativas

Em síntese, a resposta correta era encontrada na leitura e interpretação atenta do problema. Com isso, a única das afirmações incorretas era a II; logo, todas as outras eram verdadeiras (opção “C”). Essa questão tinha relação direta com a simulação de densidade, pois havia exemplos parecidos. Nela, as afirmações exigiam que os alunos articulassem os conhecimentos sobre densidade.

Acredita-se que faltou um pouco de atenção na leitura de cada afirmativa e do problema como um todo, pois era uma simples comparação de dados. Isso pode ter influenciado a escolha da resposta correta não ter sido maior (ficando em 24%). Não responderam a questão 7% dos alunos.

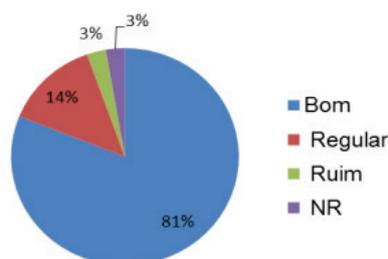
3.3 Aceitação da simulação de densidade

A simulação de densidade serviu para verificar também como seria a aceitação dos alunos a respeito do uso de simulações nas aulas de química. Caso essa avaliação fosse ruim, seria necessário rever algumas etapas do projeto ou até mesmo interrompê-lo.

3.3.1 Aspecto estético do simulador

Este quesito considerou a parte gráfica: animações, cores, *layouts*, entre outros detalhes referentes à apresentação do programa. O Gráfico 2 apresenta a avaliação da turma.

Gráfico 2: Avaliação da parte estética do simulador sobre densidade



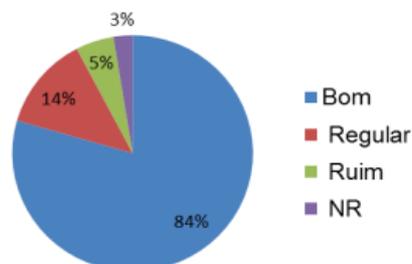
Fonte: Autoria própria, 2012

Conforme pode ser observado, a grande maioria da turma considerou boa toda a apresentação do simulador.

3.3.2 Interatividade do simulador

Esta questão procurava verificar se o simulador propiciava interação com os alunos e entre eles mesmos. Ela pedia que justificassem sua resposta. O Gráfico 3, a seguir, apresenta a avaliação dos alunos.

Gráfico 3: Avaliação da interatividade do simulador



Fonte: Autoria própria, 2012

Basicamente, o percentual de aceitação nessa questão também foi bastante alto. Foram diversas as justificativas colocadas pelos estudantes, das quais é possível citar: “*jeito diferente de aprender, divertido*”, “*toda a turma participou*”, “*não ficou na imaginação, auxiliou a compreensão*”, “*se aprende*”

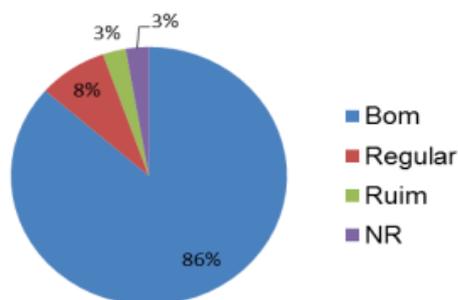
melhor”.

Isso evidencia que, no geral, na opinião desses estudantes, o uso de simulações como ferramentas auxiliares no ensino em química promove uma grande interação dos alunos com os conteúdos e entre eles mesmos.

3.3.3 Avaliação do conteúdo do simulador

Essa etapa serviu para verificar se o estudante conseguia ver entendimento, aplicabilidade e utilidade nos conteúdos tratados na simulação e, ainda, se estava de acordo com o conteúdo trabalhado.

Gráfico 4: Avaliação do conteúdo da simulação



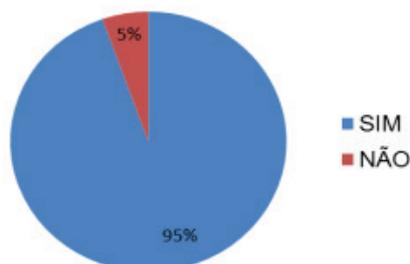
Fonte: Autoria própria, 2012

O gráfico mostra um resultado bastante positivo no tocante aos conteúdos. Algumas colocações feitas pelos estudantes foram: “*é de acordo com o que está estudando*”, “*é de fácil compreensão*”, “*muito bem explicado e claro*”. Essas duas últimas colocações foram feitas por dois estudantes que utilizaram tais frases para expressar suas avaliações relativas ao conteúdo apresentado na simulação. Ambos o avaliaram como regular, ficando dentro do percentual de 8%. O estudante que avaliou como ruim não colocou justificativa.

3.3.4 Continuidade do uso de simulações

Esta questão avaliou o interesse dos alunos em continuar tendo mais aulas com simulações virtuais. Os resultados podem ser visualizados no gráfico a seguir.

Gráfico 5: Avaliação da continuidade de uso



Fonte: Autoria própria, 2012

O resultado dessa questão foi bastante importante, pois foi o “sinal verde” para usar mais simulações.

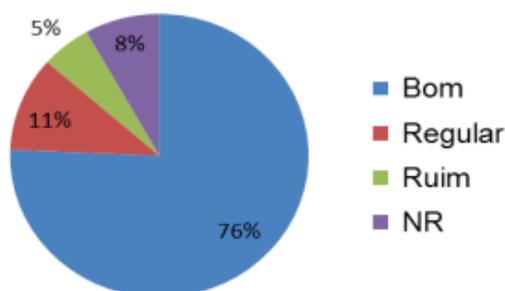
3.3.5 Avaliação da estratégia de uso do simulador nas aulas de química

A presente trata-se de uma complementação da pergunta anterior, pois questionava a opinião do aluno se realmente a simulação de densidade auxiliou no entendimento dos conteúdos e sua aprendizagem. Considerando os resultados mostrados no Gráfico 6, pode-se afirmar que a grande maioria da turma considerou as simulações boas ferramentas auxiliares na disciplina de química.

Gráfico 6: Avaliação da eficácia do simulador em aulas de química

Fonte: Autoria própria, 2012

Alguns comentários feitos pelos estudantes foram: “*aprende se divertindo*”, “*maneira de se en-*



tender melhor”, “*ajuda o aluno e o professor*”, “*aula diferenciada e ajuda a compreender melhor*”, “*interessante*” e “*poderia ser melhor*”. Essa última colocação foi feita por um dos estudantes, que havia avaliado como regular todos os aspectos do simulador.

4. Considerações Finais

Ao término deste trabalho, é possível concluir que os objetivos propostos foram alcançados. Diferentes simulações virtuais foram testadas em dois conteúdos distintos e aprovadas por seu público-alvo, mostrando uma considerável evolução na aprendizagem e fazendo com que elas se consolidassem como ferramentas didáticas auxiliares do ensino de química.

Embora se tenha percebido que algumas dificuldades como, por exemplo, na conversão de unidades de medida, tenham permanecido, indicando a necessidade de retomada do referido tópico com os estudantes, percebeu-se um maior envolvimento com as aulas, uma melhoria na qualidade das respostas e das discussões realizadas na sala de aula. Verificou-se ainda que os alunos da turma estudada se mostraram motivados em aprender mais acerca da química, uma vez que as simulações virtuais foram capazes de tornar as aulas mais atraentes para os estudantes, devido aos seus recursos de interatividade, a sua forma lúdica, aplicável e ilustrada de tratar os conteúdos, o que foi avaliado pelos próprios estudantes.

Em termos práticos, conclui-se não haver impedimentos ao uso dessas simulações pelas escolas, por dois motivos: primeiro pelo fato de que as mesmas são disponibilizadas gratuitamente no endereço ele-

trônico do Ministério da Educação (no Portal do Professor). Segundo, porque, como no caso apresentado, com um microcomputador e um projetor foi possível utilizá-las, ou seja, com um mínimo de recursos.

Com isso, em relação ao trabalho como um todo, conclui-se que o mesmo foi finalizado com êxito, confirmando que as simulações virtuais podem ser utilizadas nas aulas de química dos primeiros anos do ensino médio.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, Hugo. A metamorfose do aprender na sociedade do conhecimento. In: ASSMANN, Hugo. **Redes digitais e metamorfose do aprender**. Petrópolis: Vozes, 2005. p. 13-22.

BRASIL. Lei 9394 de 20 de dezembro de 1996. Estabelece as Diretrizes e Bases da Educação Nacional.

BRASIL. Ministério da Educação. **Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio**. Brasília, DF: MEC, 1999. v. 3. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>>. Acesso em: 28 agosto de 2013.

CHASSOT, Attico I. **A Educação no ensino de química**. Ijuí: Unijuí, 1990.

DESTILAÇÃO FRACIONADA. Disponível em <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Oitava_quimica/materia17.php> Acesso em: 10 março 2013.

EICHLER, Marcelo L.; DEL PINO, José Claudio. Modelagem e implementação de ambientes virtuais de aprendizagem em ciências. In: CONGRESSO RIBIE, 4., 1998, Brasília, DF. **Anais...** Disponível em:<<http://www.iq.ufrgs.br/aeq/producao/delpino/resumos/RIBIE.pdf>>. Acesso em: 16 junho 2013

EICHLER, Marcelo L.; DEL PINO, José Claudio. Popularização da ciência e mídia digital no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, São Paulo, p. 24-27, maio 2002.

FERREIRA, Vitor F. **As tecnologias interativas no ensino**. Química Nova, Rio de Janeiro, p.780-786, mar. 1998.

FERREIRO, E. **Computador muda práticas de leitura e escrita**. Revista de Educação e Informática – Acesso, São Paulo, n.15, Secretaria de estado da Educação de São Paulo, 2001, p.23- 25.

HAYDT, Regina C. **Avaliação processo ensino-aprendizagem**. São Paulo: Ética, 2004.

LUCKESI, Cipriano C. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 9ª ed. São Paulo, Cortez, 1999.

MACROMEDIA. Disponível em: <<http://www.macromedia.com/software/flash/flashpro/>>. Acesso em: 25 agosto de 2013.

MENEZES, Luís Carlos. **A Ciência como Linguagem – Prioridades no Currículo do Ensino Médio**. In: O Currículo na Escola Média: Desafios e Perspectivas. São Paulo. CENP/SEE. 2004.

MORTIMER, Eduardo Fleury. **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: UFMG, 2000.

MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma Agenda para a Pesquisa em Educação em Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v.2, n.1. 2002. Disponível em: <<http://www.fae.ufmg.br/abrapec/revistas/V2N1/v2n1a2.pdf>>. Acesso em: 27 agosto de 2013.

PAIS, L. C. **Educação escolar e as tecnologias da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PORTAL DO PROFESSOR. Disponível em <<http://portaldoprofessor.mec.gov.br/buscaGeral.html>>. Acesso em 05 março de 2013.

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

SOUZA, Marcelo P. de et al. **Desenvolvimento e Aplicação de um Software como Ferramenta Motivadora no Processo Ensino-Aprendizagem de Química**. Rio de Janeiro: UERJ, 2004.

VALENTE, José Armando. **Diferentes usos do computador na educação**. 2001. Disponível em: <<http://www.mrherondomingues.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/27/1470/14/arquivos/File/PPP/Diferentes-usosdocomputadoreducao.PDF>>. Acesso em: 14 junho de 2012.

Artigo submetido em: 2013-02-15

Artigo aceito em: 2013-08-13