

AVALIAÇÃO DO USO DE UM SIMULADOR INTERATIVO NO ESTUDO DA CONSERVAÇÃO DA MASSA COM TURMAS DE UM CURSO TÉCNICO INTEGRADO EM INFORMÁTICA

EVALUATION OF THE USE OF AN INTERACTIVE SIMULATOR IN THE STUDY OF PASTA CONSERVATION WITH CLASSES OF A TECHNICAL COURSE INTEGRATED IN COMPUTER SCIENCE

Samuel Robaert
Instituto Federal Farroupilha

Grupo Temático 1. Subgrupo 1.1

Resumo:

Esta pesquisa foi desenvolvida no âmbito do projeto de ensino “Simulação, visualização e modelagem: estratégias para aprendizagem em química”, envolvendo um grupo estudantes de um Curso Técnico Integrado e objetivou levantar dados qualitativos para avaliar como o uso destas estratégias contribuiu na aprendizagem do conceito químico da conservação da massa. Foi desenvolvida uma sequência didática em um laboratório tradicional de química associada à uma atividade no laboratório de informática, onde se fez uso de um simulador interativo para realizar um experimento no plano simulado. Pretendeu-se assim que os estudantes pudessem estabelecer relações entre as três dimensões do conhecimento químico, estruturadas em um triângulo. Se explicita a complexidade do conhecimento químico e da sua aprendizagem e a necessidade da construção de modelos e a sua representação através de códigos próprios. Na sequência, aplicou-se um formulário buscando levantar dados qualitativos. Constatou-se que o uso do simulador associado a práticas experimentais tradicionais pode potencializar a aprendizagem do conceito de conservação da massa e que o experimento no plano simulado cumpre bem o papel de oportunizar a construção de relações entre as três dimensões do conhecimento químico.

Palavras-chave: ensino de química, experimentação, simulação

Abstract:

This research was developed in the scope of the teaching project “Simulation, visualization and modeling: strategies for learning in chemistry”, involving a group of students from an Integrated Technical Course and aimed to raise qualitative data to assess how the use of these strategies contributed to the concept learning conservation of the mass. A didactic sequence was developed in a traditional chemistry laboratory associated with an activity in the computer lab, where an interactive simulator was used to perform an experiment on the simulated plane. It was thus intended that students could establish relationships between the three dimensions of chemical knowledge, structured in a triangle. The complexity of chemical knowledge and its learning and the need to build models and their representation through specific codes are explained. Subsequently, a form was applied seeking to collect qualitative data. It was found that the use of the simulator associated with traditional experimental practices can enhance the learning of the concept of

conservation of mass and that the experiment in the simulated plane fulfills the role of creating opportunities for building relationships between the three dimensions of chemical knowledge.

Keywords: chemistry teaching, experimentation, simulation.

1. Introdução: algumas considerações acerca da modelagem e do uso de simuladores no ensino de química

A pesquisa aqui descrita foi desenvolvida no âmbito do projeto de ensino “Simulação, visualização e modelagem: estratégias para aprendizagem em química”¹, envolvendo um grupo de 41 estudantes de um curso técnico integrado em informática, e objetivou levantar dados qualitativos para poder avaliar como o uso destas estratégias contribuíram na aprendizagem do conceito químico da conservação da massa e de como esta aprendizagem se refletiu na operacionalização, por parte dos estudantes, da construção de equações químicas e compreensão das quantidades envolvidas nas mesmas.

Dentre estas estratégias, foi desenvolvida uma sequência didática em um laboratório tradicional de química associada à uma atividade no laboratório de informática, onde se fez uso de um simulador denominado Phet “Balanceamento de equações químicas”, desenvolvido pela Universidade do Colorado, Estados Unidos. Na sequência, aplicou-se um formulário buscando levantar dados qualitativos que permitissem avaliar como estas estratégias contribuíram para a aprendizagem, pelos estudantes, dos conceitos de conservação da massa e de como isso se refletia no acerto de coeficientes de diversas equações químicas

O uso de simulações no Ensino de Química está apoiado no entendimento de que o conhecimento químico se alicerça em um tripé articulado em três dimensões da realidade: macroscópica, (sub)microscópica e simbólica. Esta ideia foi primeiramente desenvolvida por Alex H. Johnstone, a partir de estudos sobre a psicologia da aprendizagem, principalmente estudos de Ausubel. No Brasil, Mortimer, Machado e Romanelli (2000) descreveram as faces deste mesmo triângulo como fenomenológico, teórico e representacional, mas há grande variedade de derivações do mesmo.

Neste triângulo (figura 1), o nível macroscópico representa o que é tangível aos sentidos, como temperatura, volume, variações de cores ou liberação de gases durante um experimento químico. O nível (sub)microscópico não está acessível ao sentidos humanos e, portanto, é representado por modelos de partículas, que são átomos, moléculas, íons, elétrons, prótons, polímeros e ligações químicas, dentre outros, assim como toda teoria capaz de originar uma imagem mental. O nível simbólico traduz a forma como representamos os constituintes e fenômenos (sub)microscópicos, através de equações, fórmulas, símbolos e cálculos.

¹ O projeto de ensino foi desenvolvido em turno livre dos estudantes, por adesão dos mesmos, onde se buscou desenvolver atividades de modelagem e, em especial, a aplicação de atividades experimentais no plano simulado, fazendo uso de diversos simuladores, em apoio às atividades desenvolvidas no laboratório tradicional, durante as aulas de química. Os simuladores utilizados foram desenvolvidos pelo projeto Phet, da Universidade do Colorado, Estados Unidos.

Químicos experientes, ou professores, transitam com facilidade entre os três níveis de conhecimento químico, operando, mentalmente, no centro do triângulo. Porém, estudantes iniciantes têm dificuldades em construir mecanismos mentais que permitam estabelecer inter-relações entre estes níveis do conhecimento, condição essencial para a aprendizagem em química, que se dá nos vórtices do triângulo (JOHNSTONE, 1991).

Esta dificuldade dos estudantes com o conhecimento químico pode ser entendido devido a esta natureza do conhecimento químico, já que grande parte dos fenômenos químicos, somente podem ser percebidos e observados através de informações transmitidas pelos nossos sentidos e através de medições que nos permitem dimensionar macroscopicamente o fenômeno.

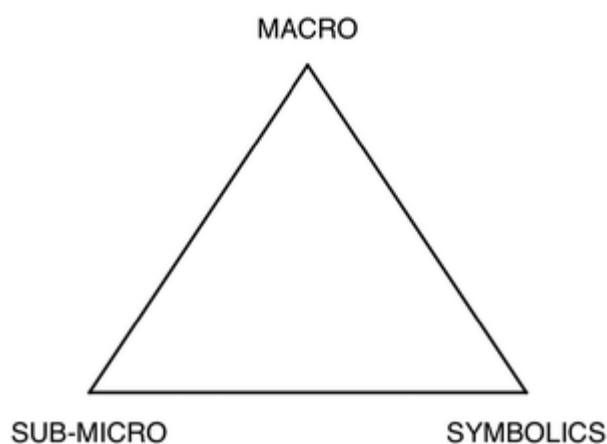


Figura 1. Pensamento multinível como elaborado por Johnstone

Fonte: Taber (2013)

No entanto, o entendimento destes fenômenos, das propriedades dos materiais e de todas as características percebidas sensorialmente somente podem ser compreendidas através do estudo (sub)microscópico destes materiais e seus constituintes, átomos, moléculas, íons, dentre outros. Conhecendo estes e as propriedades, podemos fazer previsões e isto é algo muito importante para que determinado conhecimento possa ser considerado científico.

Como já salientado, estes constituintes dos materiais não podem ser “observados”, pois isto escapa às nossas percepções sensoriais. Fazemos uso de modelos, para representar e “visualizar”, ou simular aquilo que entendemos ser a realidade (FERREIRA; JUSTI, 2008). Então, modelos são “uma representação parcial de um objeto, evento, processor ou ideia, que é produzida com propósitos específicos como, por exemplo, facilitar a visualização” (FERREIRA; JUSTI, 2008, p. 32). Por isso utilizamos modelos para simular uma realidade não observável ao ser humano, mas que fornece “pistas”, as evidências observadas macroscopicamente através de experimentação.

Muitas dificuldades de aprendizagem dos conceitos da química podem estar diretamente relacionadas ao aspecto abstrato da química (FERREIRA; JUSTI, 2008; GILBERT, 2004; GIORDAN, 2013). Acerca desta característica do conhecimento químico, Giordan (2013, p. 180) percebe que “parece existir uma dificuldade maior por parte dos estudantes em compreender o nível (sub)microscópico e a representação do nível simbólico, pelo fato de os mesmos serem, respectivamente, invisíveis e abstratos”. Tal dificuldade pode estar

relacionada com o fato de a aprendizagem se dar, em um primeiro momento, sempre no nível das percepções sensoriais. Por isso, a tendência é de que os estudantes permaneçam no nível macroscópico em suas explicações sobre fenômenos e propriedades das substâncias.

Assim, acredita-se ser muito provável que o uso de simuladores capazes de relacionar o nível microscópico com o nível macroscópico em computadores, possa potencializar a aprendizagem da química e propiciar uma apropriação pelos estudantes do pensamento químico sobre o mundo, pois a visualização de objetos moleculares, mediada pelo computador, estabelece uma ligação entre as propriedades das moléculas e sua representação, tratando-se de uma “situação didática de alto valor didático, capaz de mobilizar as ações dos alunos na manipulação do objeto, na elaboração discursiva e também na elaboração de significado” (GIORDAN, 2013, p. 132). Por isso, para ele, simulação é a capacidade de transpor para o plano simulado, mediante programação do computador, de forma a reproduzir as leis físicas que regem o fenômeno, assim como representar visualmente o fenômeno na tela do computador.

Por outro lado, muito embora haja uma determinada expectativa em relação a aulas “concretas”, ou “práticas”, as atividades experimentais podem ser desenvolvidas em qualquer ambiente, sem o uso de aparelhos sofisticados (BORGES, 2002), já que o importante em uma aula de ciências (como a química) não é a manipulação de objetos e artefatos concretos, e sim o envolvimento comprometido com a busca de respostas/soluções bem articuladas para as questões colocadas, em atividades que podem ser puramente pensamento. Assim, atividades de resolução de problemas, modelagem e representação, com simulações de computador, cumprem este papel mobilizador dos estudantes.

O uso de simulações no ensino de química tem um grande e promissor potencial, como já perceberam também Oliveira *et al* (2013). Para estes autores, as simulações aliadas ao ensino podem contribuir no desenvolvimento da capacidade interpretativa e na promoção de objetivos mais sofisticados de aprendizagem, como em atividades investigativas, que permitem maior autonomia ao estudante na construção da aprendizagem.

Além disso, estudos tem apontado que a construção de conceitos está muito relacionada às representações visuais com as quais os estudantes tiveram contato durante seu aprendizado. Razão esta que faz com que diversos pesquisadores defendam a integração entre gráficos computacionais e representação tridimensional como uma forma de melhorar as capacidades de visualização no ensino de ciências. Além disso, os simuladores computacionais são capazes de fazer a mediação que “serve para relacionar os fenômenos macroscópicos e (sub)microscópicos” (GIORDAN, 2013, p. 190).

Neste mesmo sentido, Silva *et al* (2015) entendem que as simulações em computadores são capazes de reduzir os elevados custos e tempo prolongado que muitos experimentos científicos demandam, permitindo inclusive que se explore determinados conteúdos, sem expor os estudantes aos riscos que determinadas substâncias e materiais oferecem.

1.1. Considerações sobre a aprendizagem do conceito de conservação da massa

As dificuldades de aprendizagem do conceito de conservação da massa foram discutidas por Mortimer e Miranda (1995), que associam estas às limitações que os estudantes têm de associar as transformações químicas aos rearranjos de átomos, de forma que há uma predominância, nas explicações das reações químicas, do uso dos aspectos macroscópicos e possíveis de serem identificados pelos sentidos humanos, como as transformações físicas, em detrimento do uso de modelos representativos que traduzam o que ocorre em nível (sub)microscópico.

Apesar de tais dificuldades verificadas, os autores defendem “que a conservação da massa talvez seja a principal via de que o professor dispõe para conduzir seus alunos na passagem do nível fenomenológico para o atômico-molecular” (MORTIMER; MIRANDA, 1995, p. 25), ou (sub)microscópico.

Isto é possível, pois os raciocínios que os estudantes costumam fazer uso para explicar o que ocorre nas reações químicas, como “nada saiu e nada entrou no frasco, e não se acrescentou nem tirou nada” (MORTIMER; MIRANDA, 1995, p. 25) podem ser (re)interpretados pelo professor a partir do modelo atômico-molecular vigente. Assim, para exemplificar, os autores argumentam que o professor pode (re)interpretar estas explicações como os átomos presentes no sistema inicial são os mesmos presentes no sistema final. Assim, trata-se aqui de estabelecer uma ligação direta entre a realidade observável (mundo macroscópico, dimensão fenomenológica) com o mundo inobservável, (sub)microscópico e, portanto, teórico e conceitual, através do uso de modelos.

1.2. Metodologia

As atividades no laboratório de química foram adaptadas a partir de Mortimer e Machado (2017). Os estudantes do curso técnico integrado em informática, organizados em grupos de trabalhos, tiveram a disposição um conjunto de reagentes e vidrarias, bem como uma balança semi-analítica nas bancadas do laboratório de química. Utilizando um roteiro problematizador, procederam com o desenvolvimento de quatro práticas experimentais: reação de bicarbonato de sódio com ácido clorídrico em sistema aberto e em sistema fechado; reação entre hidróxido de sódio e sulfato de cobre II e a combustão da palha de aço. Em todas as práticas experimentais se fez uso da balança semi-analítica e procurou-se questionar os estudantes acerca das variações da massa nos sistemas abertos e fechados, considerando as condições iniciais, anteriores à reação química e finais, após a reação química.

Na sequência, os estudantes foram orientados a simular o que ocorria submicroscopicamente, em termos de rearranjos de átomos e de moléculas em diversas reações químicas com o uso do simulador Phet, “Balanceamento de equações químicas” (figura 2). Assim, buscou-se, através do uso deste simulador, analisar as proporções entre átomos e moléculas nos produtos e reagentes, a fim de que houvesse conservação da matéria em termos de “quantidade de átomos e moléculas”, da mesma forma que evidenciado macroscopicamente com o uso da balança semi-analítica. A atividade teve três objetivos principais: a) aprender a balancear uma equação química; b) reconhecer que o número de átomos é conservado em uma reação química e c) reconhecer a diferença entre os coeficientes e os índices em uma equação química.

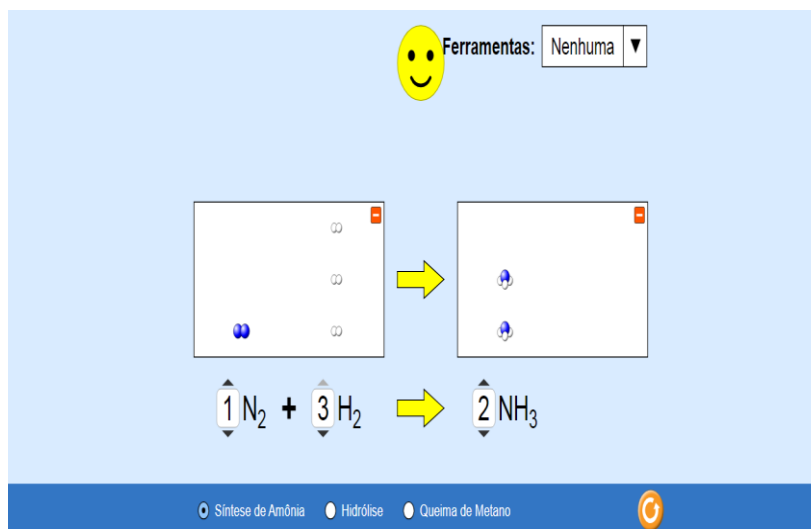


Figura 2. Interface do simulador “Balançamento de equações químicas”.

Fonte: Phet Interactive Simulations

Para isso, se procurou estabelecer uma relação direta entre os experimentos tradicionais realizados no laboratório de química, com o uso da balança semi-analítica (aspectos macroscópicos ou fenomenológicos), com os experimentos realizados no laboratório de informática (aspectos (sub)microscópicos), partindo do entendimento defendido de que as simulações podem ser caracterizadas como um tipo de experimentação, já que estes, da mesma forma que os experimentos tradicionais, cumprem seu papel de significação do mundo, bem como

formar cenários estimuladores para a criação de representações mentais por parte do sujeito, que passa a reconhecer nos modelos [...] uma instância [...] entre suas representações internas e as representações externas do fenômeno” (GIORDAN, 2013, p. 190).

2. Resultados e discussões

Após a realização das atividades tradicionais no laboratório de química e das atividades experimentais com o uso do simulador, os estudantes responderam a um questionário como forma de avaliar suas aprendizagens. Participaram desta atividade 41 estudantes. Primeiramente os estudantes foram questionados sobre a percepção que tinham de como o uso do simulador colaborou com a aprendizagem do procedimento para acerto de coeficientes em uma equação química (figura 3), sendo que 80% dos estudantes responderam que entenderam que o simulador contribuiu muito na aprendizagem de como proceder para realizar o acerto de coeficientes e 20% entenderam que o uso do simulador contribuiu pouco.

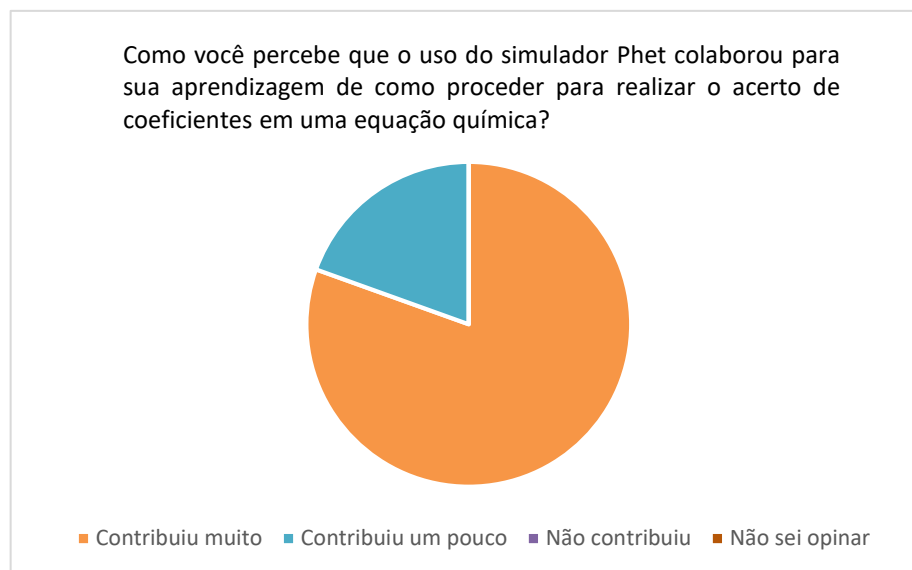


Figura 3: Como você percebe que o uso do simulador Phet colaborou para sua aprendizagem de como proceder para realizar o acerto de coeficientes em uma equação química?

Fonte: Autoria Própria

Na sequência, procurou-se verificar de que forma os estudantes estariam estabelecendo relações entre os aspectos macroscópicos, (sub)microscópicos e representacionais das reações químicas, após as atividades no laboratório de química e no laboratório de informática. Para isso, foi apresentada uma equação química da combustão do metano (figura 4), em que foi possível visualizar a representação de reagentes e produtos através de esferas coloridas, consistindo em modelos representacionais dos átomos e moléculas envolvidas na reação.

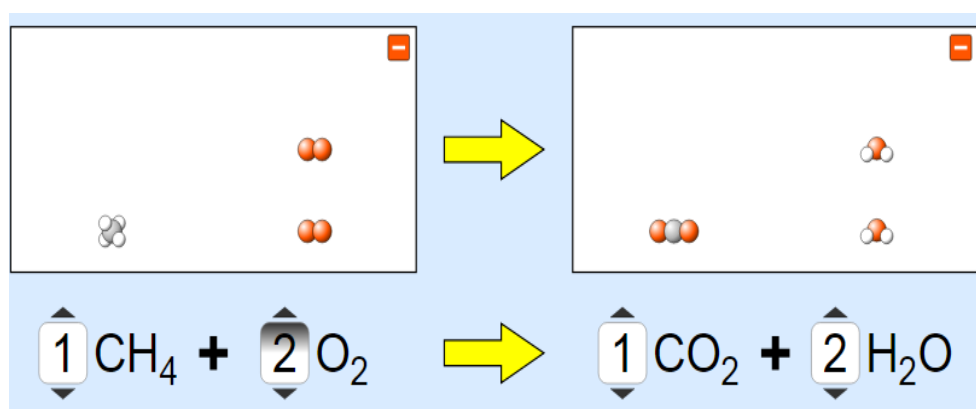


Figura 4: equação química de combustão utilizada no questionário

Fonte: Phet Interactive Simulations

Os estudantes foram questionados se esta equação química estaria de acordo com a

Lei da Conservação da Massa, sendo que 90,2% responderam que sim e 9,8% que não.

Os estudantes também receberam uma segunda equação química, através da qual se pretendeu avaliar a aprendizagem do conceito de conservação da massa em termos de conservação de átomos e moléculas (figura 5), para a qual foi feito o questionamento de se nesta reação química ocorria a conservação da massa, conforme Lavoisier. Um percentual de 73% dos estudantes respondeu corretamente que não, outros 22% que sim e ainda 4,9% se absteve de responder.

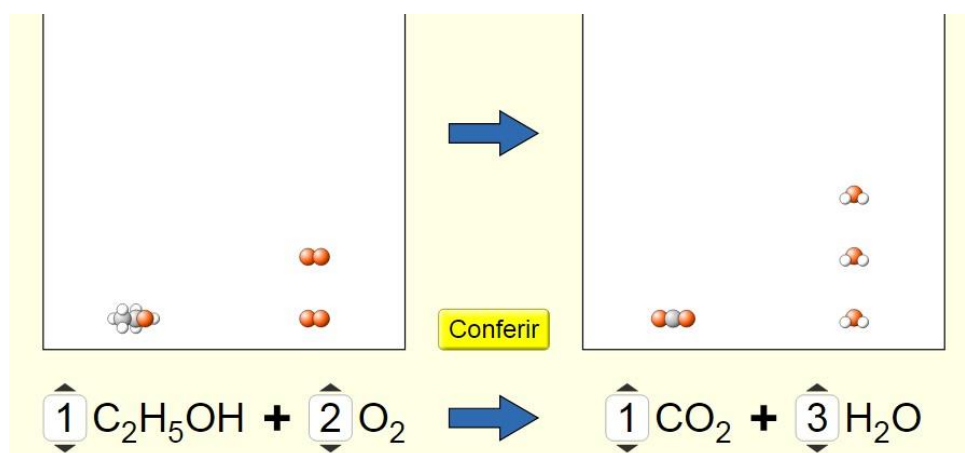


Figura 5: Na equação química acima, ocorre a conservação da massa conforme Lavoisier?

Fonte: Phet Interactive Simulations

Neste sentido os estudantes foram instigados a classificar esta aprendizagem utilizando uma escala de 1 a 5, sendo que 1 significava não ter atingido este objetivo, 2, ter atingido muito pouco, 3, ter atingido parcialmente, 4, ter atingido satisfatoriamente e 5, ter atingido plenamente estes objetivos. Os resultados constam no gráfico da figura 6 e indicam que, de uma forma geral, a aprendizagem dos estudantes em relação aos três objetivos foi, na percepção dos mesmos, satisfatória ou plena em sua maioria.

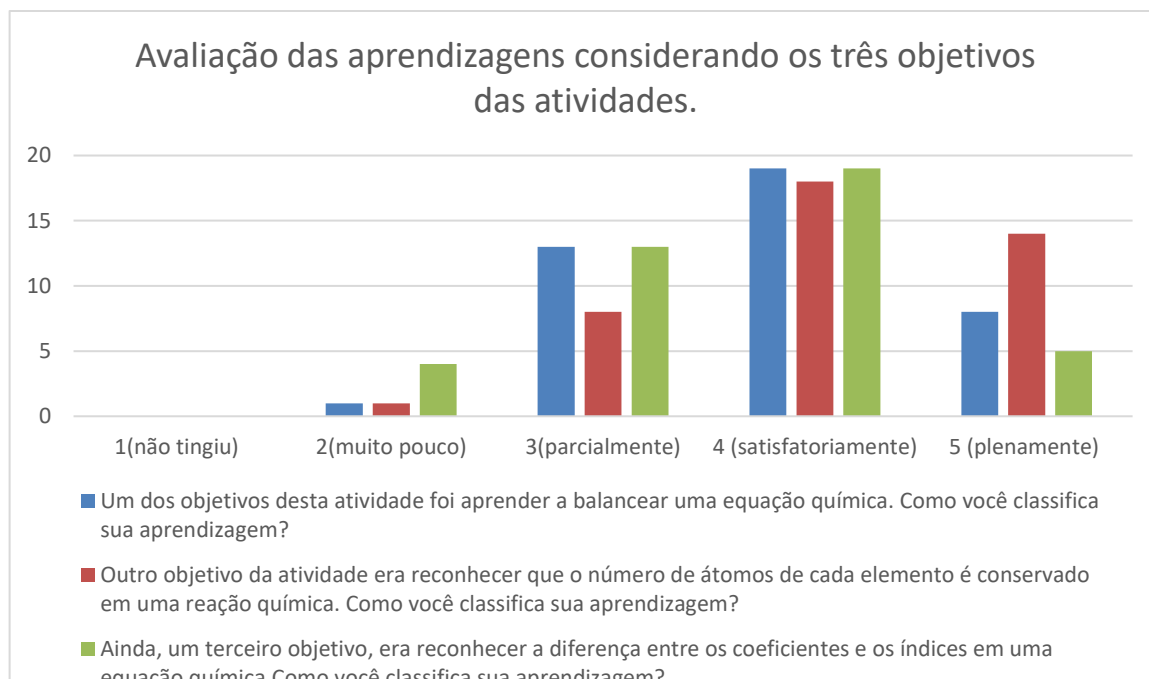


Figura 6: Avaliação das aprendizagens, pelos estudantes, considerando os três objetivos da sequência didática.

Fonte: Autoria própria

3. Considerações Finais

Percebeu-se que a grande maioria dos estudantes conseguiu estabelecer uma relação entre os aspectos (sub)microscópicos e representacionais utilizando o simulador em associação às evidências macroscópicas observadas nas práticas experimentais tradicionais ou seja, de que a conservação da massa evidenciada no laboratório de química decorria do fato de os átomos terem se conservado, muito embora tenha havido uma reorganização da matéria, formando outras substâncias.

Tal constatação corrobora com os apontamentos de Giordan (2013), de que pesquisadores tem percebido que o uso de simuladores podem auxiliar os estudantes a representar simbolicamente os processos químicos e interpretar a fenomenologia das dimensões macro e (sub)microscópica.

Assim, podemos minimamente considerar que o uso do simulador pode potencializar a aprendizagem, à medida que permite que o estudante iniciante tenha contato com as diversas dimensões do conhecimento químico, e que possa, principalmente, estabelecer relações entre estas dimensões, em especial a macroscópica e a (sub)microscópica.

O simulador permitiu também, que os estudantes pudessem transpor para o mundo representacional e simbólico as evidências visualizadas primeiramente no laboratório de química, com aspectos que podem ser dimensionados por medidas diretas, como massa e

volume. Foi possível aos estudantes, por exemplo, explicar em termos de constituição da matéria (dimensão (sub)microscópica), a diminuição de massa em uma reação química com produção de gases, em um sistema aberto, assim como representar simbolicamente, utilizando a linguagem química, em termos de equações químicas, os fenômenos observados.

Da mesma forma, percebeu-se que a experimentação em computador contribuiu para a aprendizagem de um conceito científico importante, como no caso da conservação da massa. Porém, como percebe Giordan (2013, p. 194), o papel da experimentação no plano simulado “não é o de substituir a experimentação fenomenológica proposta originalmente”, sendo, inclusive necessário respeitar esta ordem de uso: primeiro os experimentos tradicionais, nos quais é possível observar macroscopicamente o fenômeno, mais perceptíveis aos sentidos, e em um segundo momento fazendo uso do simulador, que faz a mediação entre os níveis macroscópico e (sub)microscópicos.

Referências

- BORGES, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **C. Bras. Ens. Fís.**, Florianópolis, v. 19, n. 3, p. 291-313, jan. 2002. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/6607>. Acesso em: 13 mar. 2018.
- FERREIRA, P.F.M; JUSTI, R. dos S. Modelagem e o "fazer ciência". **Rev. Quím. Nov. Esc.**, São Paulo, v. n.e., n. 28, p. 32-36, maio. 2008.
- GILBERT, J. K. Models and Modelling: Routes to More Authentic Science Education. **Int. J. Sci. Math. Educ.**, National Science Council, Taiwan, v. 2, n. 2, p. 115-130, jun. 2004. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10763-004-3186-4>. Acesso em: 16 set. 2018.
- JOHNSTONE, A. H. Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. **J. Comput. Assist. Learn.** V. 7, n. 2, junho, 1991.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H.; ROMANELLI, L.I. A proposta curricular de Química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Quím. Nov.**, São Paulo, v. 23, n. 2, p. 273-283, 2000.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. Química para o ensino médio: fundamentos, pressupostos e o fazer cotidiano. In: ZANON, L.B.; MALDANER, O. A. (Orgs.) **In: Fundamentos e propostas para o Ensino de Química para a Educação Básica no Brasil**. Ijuí: Unijuí, 2007, p.21-41.
- MORTIMER, E.F.; MACHADO, A.H. **Química**. v. 1. 3. ed. São Paulo: Editora Scipione, 2017.
- MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações concepções de estudantes sobre reações químicas. Ver. **Quím. Nov. Esc.**, São Paulo, v.n.e., n. 02, p. 23-26, nov. 1995. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc02/aluno.pdf>. Acesso em: 15 set. 2018.
- GIORDAN, M. **Computadores e linguagens nas aulas de ciências**. Ijuí: Unijuí, 2013.

OLIVEIRA, S. F.; MELO, N.F.; SILVA, J.T.; VASCONSELOS, E.L. Softwares de Simulação no Ensino de Atomística: Experiências Computacionais para Evidenciar Micromundos. **Rev. Quím. Nov. Esc.** v. 35, n. 3, p. 147-151, 2013.

SILVA, G.R.; MACHADO, A.H.; SILVEIRA, K.P. Modelos para o átomo: atividades com a utilização de recursos multimídia. Sociedade Brasileira de Química. **Rev. Quím. Nov. Esc.** v. 37, n. 2, maio de 2015. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc37_2/06-EQM-83-13.pdf. Acesso em 25 fev. 2020

TABER, K.S. Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. **Chem. Educ. Res. Pract.** v. 14 , 156-168, 2013. Disponível em: <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/rp/c3rp00012e#!divAbstract> . Acesso em Maio 2020.