

A conservação das propriedades não observáveis: diferenciação entre uma dissolução e uma reação química no início do ensino médio

The conservation of not observable properties: differentiation between a solution and a chemical reaction in high school

Daniela Rodrigues da Silva

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Canoas
daniela.silva@canoas.ifrs.edu.br

Bárbara Gonçalves Fenille Velasco

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Canoas
barbaragfv@gmail.com

José Cláudio Del Pino

Universidade do Vale do Taquari: UNIVATES
delpinojc@yahoo.com.br

Resumo

Este trabalho apresenta resultados de um estudo de caso, realizado com estudantes ingressantes do ensino médio, a respeito de uma atividade organizada para o estudo da conservação das propriedades não observáveis em dois processos: uma dissolução e uma reação química. A atividade foi realizada individualmente pelos estudantes, e foi planejada para que os mesmos formulassem explicações abordando distintos níveis de representação: macroscópico, simbólico e submicroscópico. Como parte de uma proposta maior, realizada ao longo de todo período letivo, para a construção de conhecimentos fundamentais para a compreensão da química, a análise dos resultados deste trabalho mostra diferentes compreensões dos estudantes organizadas em categorias, de acordo com suas ideias sobre a conservação da massa, da matéria e das substâncias, bem como na comparação entre a dissolução e a transformação química.

Palavras chave: reações químicas, dissolução, níveis de representação, aprendizagem, núcleos conceituais.

Abstract

This work presents results of a case study carried out with high school students. It concerns an activity organized for the study of the conservation of not observable properties in two processes: dissolution and a chemical reaction. The activity was performed individually by the students, and it was planned for them to formulate explanations about different levels of representation: macroscopic, symbolic and submicroscopic. As part of a larger proposal, developed throughout the academic period, that aimed at the construction of core knowledge

for the understanding of chemistry, the analysis of the results of this work shows different students' conceptions organized in categories, according to their ideas about the conservation of mass, matter and substances, as well as in the comparison between dissolution and chemical transformation.

Key words: chemical reactions, levels of representation, learning, core concepts.

A construção de conceitos fundamentais da química no início do Ensino Médio

Ao iniciar os estudos na disciplina de química no ensino médio, os estudantes se deparam com uma série de conceitos abstratos necessários à compreensão dos conteúdos abordados, como as propriedades dos materiais ou das transformações químicas, por exemplo. Assim, trata-se de um período em que o professor precisa estar atento, entre outras coisas, às dificuldades apresentadas pelos estudantes na compreensão dos modelos inerentes ao estudo da química.

Nesse sentido, destaca-se a importância do trabalho do professor na proposição de atividades que permitam aos estudantes a tomada de consciência sobre os distintos níveis de representação, que segundo Johnstone (2000) tem a ver com a natureza da química, com três formas que podem ser pensadas como cantos de um triângulo, em que nenhuma delas é superior a outra, mas cada uma completa a outra. Essas formas são: (a) o macro ou tangível: que pode ser visto, tocado ou cheirado; (b) o submicro: átomos, moléculas, íons e estruturas e (c) o representacional ou simbólico: símbolos, fórmulas, equações, molaridade, manipulação matemática e gráficos.

Além disso, investigações realizadas por Pozo e Gómez Crespo (2009), Gómez Crespo, Pozo e Gutiérrez Julián (2004), Gómez Crespo (1996), Gómez Crespo et al (1992), indicam que muitas dificuldades apresentadas pelos estudantes na aprendizagem dos conceitos que são estudados nas aulas de química, estão diretamente relacionadas a falta de compreensão de três núcleos conceituais, considerados fundamentais para a construção de conhecimentos ao longo de todo o ensino médio: a compreensão da matéria como algo descontínuo, a conservação de propriedades não observáveis e a quantificação dessas relações.

Desse modo, entende-se que a construção dos três núcleos conceituais e a diferenciação dos níveis representacionais devem ser objetivos constantes na organização curricular da disciplina de química, ao longo de todo o ensino médio, e, principalmente no primeiro ano, quando o estudante inicia a elaboração dos modelos necessários para a compreensão das teorias científicas que serão base para a aprendizagem não só da química, mas de outras disciplinas, como a biologia, por exemplo.

Então pergunta-se, de que forma esses conceitos e formas de representação podem ser organizado para abordar o tema das reações químicas, no contexto da sala de aula? Considerando que este é um assunto presente na disciplina de química durante os três anos da formação ofertada no ensino médio.

São vários os estudos que mostram as dificuldades dos estudantes na aprendizagem dos processos envolvendo reações químicas. Conforme Rosa e Schnetzler (1995), as explicações dos alunos sobre transformação química concentram-se no nível macroscópico, isto é, no campo fenomenológico, isso impede que os estudantes construam modelos explicativos coerentes que se aproximem mais dos modelos científicos. Reiterando esses dados, Mortimer e Miranda (1995) indicam que os estudantes nem sempre reconhecem as entidades que se transformam e as que permanecem constantes, e tendem a centrar suas explicações nas mudanças perceptíveis que ocorrem com as substâncias, sequer fazendo referência às

mudanças em nível atômico-molecular. Além disso, os mesmos autores ressaltam que estudantes tendem a generalizar algumas explicações válidas para mudanças de estado, ou mesmo a confundir uma transformação química com uma mudança de estado físico.

Destaca-se, assim, a importância de ações que auxiliem os estudantes na compreensão das representações apresentadas pelos níveis simbólico e submicroscópico, objetivando a identificação da interação entre as substâncias reagentes e a formação de novas substâncias nos produtos, com a conservação da matéria e da massa nos processos que envolvem reações químicas. Ainda, Pozo e Gómez Crespo (2009) afirmam que, no início do ensino médio os estudantes apresentam dificuldades que variam entre a conservação da quantidade de matéria, da massa e o tipo de interações envolvidas nas transformações, o que se traduziria em uma dificuldade maior para compreender a conservação ou não da qualidade da matéria, a substância.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe a análise dos resultados obtidos a partir de uma atividade realizada para o estudo da conservação das propriedades não observáveis em uma dissolução, bem como a comparação entre os processos de dissolução e transformação química, com uma turma de estudantes do primeiro ano do ensino médio, na disciplina de química.

Caminhos da investigação

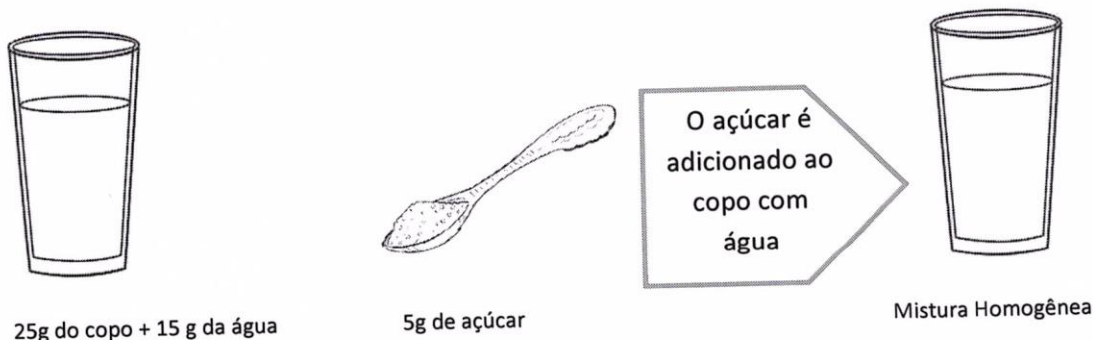
Este trabalho constitui-se como uma investigação qualitativa, caracterizada como estudo de caso (Lüdke & André, 2013; León & Montero, 2003), realizado com uma turma de 30 estudantes de uma instituição de ensino pública de Canoas, no estado do Rio Grande do Sul, durante o período letivo de 2017. Os nomes dos estudantes e da instituição serão preservados, conforme firmado no termo de consentimento assinado pelos responsáveis. Como parte de uma proposta maior, desenvolvida ao longo de todo o período letivo, composta por diferentes estratégias de ensino e aprendizagem, destacando-se atividades como a resolução de problemas, pequenas pesquisas e a realização de experimentações práticas, em que a reflexão e a ação dos estudantes foram parte fundamental.

Assim, a proposta curricular para a disciplina de química do primeiro ano foi organizada com base nos pressupostos teóricos anteriormente apresentados, e após o estudo do primeiro núcleo conceitual, a compreensão da matéria como algo descontínuo, gradativamente, iniciou-se o estudo do segundo núcleo, a conservação das propriedades não observáveis, em processos envolvendo transformações físicas e químicas, com abordagem dos três níveis de representação, macro, submicro e simbólico.

Para o presente trabalho, são apresentados os resultados de uma atividade planejada e desenvolvida individualmente, com o objetivo de analisar as construções dos estudantes quanto à conservação da massa e da matéria em um processo de dissolução, assim como, avaliar os critérios de comparação entre uma transformação física e química. Os estudantes indicaram o que aconteceria com a massa de uma mistura de quinze gramas de água e cinco gramas de açúcar. Também completaram uma equação química que representava a dissolução do açúcar e propuseram uma representação (no nível submicroscópico) para o processo analisado. Para finalizar a atividade, os estudantes compararam o processo de dissolução com outro processo estudado na aula anterior (reação química).

Considere as informações abaixo e responda o que for solicitado:

Um estudante realizou um experimento muito simples para explicar a conservação da massa (Lei de Lavoisier) para seus colegas em um trabalho na disciplina de química. Para a realização da atividade ele mediu as massas de um copo (25g) de uma quantidade água (15g) e de uma colher de açúcar (5g). Então ele procedeu conforme mostra o desenho a seguir:



A análise de conteúdo (Bardin, 2009), foi utilizada para avaliar as explicações elaboradas pelos estudantes, de modo que foi possível verificar a singularidade dos elementos apresentados, considerando-se as variações identificadas nas explicações, sem a determinação prévia de categorias. As partes das explicações elaboradas de forma escrita, foram isoladas (inventário), e organizadas como unidades de registro de modo que as teorias individuais dos estudantes pudessem ser identificadas, as quais condensam e põe em relevo as informações fornecidas pela análise. Estas teorias serão apresentadas nas categorias, que foram estabelecidas a partir das explicações elaboradas pelos estudantes, e permitiram o diagnóstico das distintas compreensões que compõem o grupo investigado.

Análise dos Resultados

As categorias serão apresentadas dentro de três grupos, de acordo com os propósitos da atividade: a) Avaliação da **conservação da massa** na dissolução (nível macroscópico); b) Avaliação da **conservação da matéria e da substância** na dissolução (nível simbólico); e c) **Diferenciação entre a dissolução e uma reação química** estudada anteriormente (nível submicroscópico).

a) Quanto à conservação da massa

Categoria I - 13,8% dos estudantes indicaram a não conservação da massa no processo de dissolução do açúcar em água, desconsiderando a massa do açúcar. Exemplo:

1) Qual será a massa do sistema final (açúcar + água + copo)? Justifique
25g do copo mais 15 da água é 40 gramas. Não soma a massa do açúcar pois ele estará dissolvido na água.

Categoria II - 86,2% dos estudantes apresentaram, ao final da dissolução, um valor de massa igual à soma das massas da água e do açúcar. Exemplo:

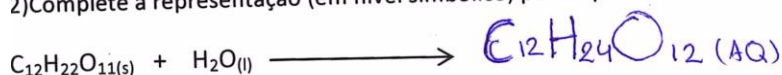
1) Qual será a massa do sistema final (açúcar + água + copo)? Justifique
A massa do sistema será 45g pois a massa do copo mais a massa da água, mais a massa do açúcar, respeitando a lei da conservação da massa, será 45g.

A categoria I mostra que alguns estudantes basearam suas respostas nos aspectos observáveis dos estados inicial e final da matéria, centrando-se em explicar aquilo que mudou e não o que permaneceu (Pozo e Gómez Crespo, 2009), ou seja o açúcar não é mais perceptível, então sua massa é desconsiderada. Todavia, a maioria, conseguiu propor uma resposta que envolve pensar na matéria com algum modelo que considere a conservação do que não pode ser observado, do que está além do macroscópico.

b) Quanto à conservação da matéria e da substância

Categoria I - 6,9% dos estudantes somaram o número de átomos da molécula de água com os da sacarose, apresentando como produto $C_{12}H_{24}O_{12}$, ou seja, consideraram a conservação da matéria, mas não a da substância. Exemplo:

2) Complete a representação (em nível simbólico) para o processo descrito acima:



Sacarose

A utilização do nível simbólico permitiu perceber que, mesmo estudantes que fazem explicações querentes quando analisam a dissolução em outros níveis de representação, tratam a mistura das substâncias como uma soma que forma uma única substância na representação da fórmula molecular. Essa informação é muito importante para que o professor possa planejar as atividades seguintes, de modo a problematizar essa confusão conceitual, e criar condições para os estudantes avançarem nas interpretações dos símbolos tão comuns nos estudos da química.

Categoria II – 93,1% dos estudantes representou $C_{12}H_{22}O_{11(aq)}$ como produto, indicando a conservação da matéria e da substância no processo. Exemplo:

2) Complete a representação (em nível simbólico) para o processo descrito acima:



Sacarose

As respostas da categoria II indicam que grande parte do grupo dos estudantes considerou a conservação da substância, ou seja, mesmo com uma mudança do que é perceptível eles consideraram a conservação das substâncias no processo de dissolução.

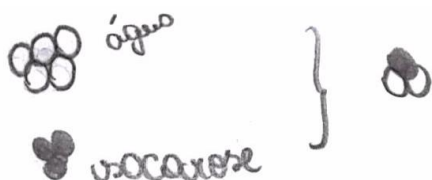
c) Quanto à diferenciação entre a dissociação (conservação das substâncias) e reação química (não conservação das substâncias)

Categoria I – 13,3% dos estudantes não diferenciaram os dois processos, deixando a resposta incompleta ou mostrando confusões conceituais. Exemplo:

4) Compare o processo em análise (descrito acima) e a transformação química apresentado na animação anterior. O que é semelhante e o que é diferente?

O processo acima é semelhante ao outro, pois há conservação da massa e de matéria

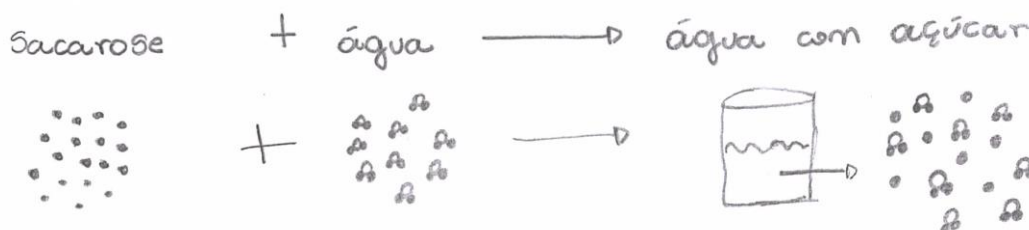
A seguir o desenho da estudante para representar a dissociação do açúcar no nível submicroscópico (questão 3).



Categoria II – 76,6% diferenciaram os processos indicando um processo físico e outro químico, destes, 91,3% indicaram a conservação da matéria e a não conservação da substância na reação química, diferentemente do que acontece na dissociação, em que há a conservação de ambos. Exemplo:

4) Compare o processo em análise (descrito acima) e a transformação química apresentada na animação anterior. O que é semelhante e o que é diferente? Nesse processo temos a conservação da matéria, a conservação da massa e é uma transformação física, sendo feita em recipiente aberto. Já na animação apresentada também há conservação da matéria e da massa, mas ela é uma transformação química onde não houve a conservação da substância, resultando em dois produtos.

A seguir o desenho da estudante para representar a dissociação do açúcar no nível submicroscópico (questão 3).



Os desenhos e as explicações por escrito foram comparados durante a análise, e permitiram perceber a coerência das ideias por eles explicitadas, como no caso exemplificado na categoria I, em que a estudante mostra a dissolução como um processo aditivo (nível submicroscópico), com formação de uma nova substância, como ocorre em algumas reações químicas. Cabe ressaltar que 10,1 % dos estudantes não responderam a essa questão, fato que chamou a atenção da professora, que então considerou que esse grupo de estudantes não se sentiu seguro para fazer a comparação entre os processos.

Considerações Finais

A análise das respostas dos estudantes para a atividade apresentada neste trabalho mostra que, mesmo com propostas bastante simples, há a possibilidade de acompanhar gradativamente as dificuldades e avanços de estudantes no processo de aprendizagem a respeito de conceitos abstratos como é o caso da conservação das propriedades não observáveis em uma dissolução

ou reação química. E ainda, esse fazer pode sim constituir-se como parte do contexto da sala de aula, com todo o grupo, na medida em que o material produzido pelos estudantes torna-se objeto de análise do professor para o planejamento e desenvolvimento das aulas seguintes.

A abordagem dos três níveis representacionais, macroscópico, simbólico e submicroscópico, permitiu perceber que alguns estudantes estavam fazendo confusões conceituais ao explicarem a conservação e ao representarem a não conservação, sem ter consciência disso. É importante destacar que, os níveis representacionais já estavam sendo trabalhados desde o início do ano, e foram introduzidos gradativamente e com atividades de comparação, principalmente na construção do primeiro núcleo conceitual. Jonhstone (2000) ressalta que, a introdução simultânea dos três aspectos é uma receita que certamente causará o acúmulo de informações com as quais o estudante terá dificuldade de trabalhar. Por isso, a realização dessa atividade já contava com esse caminho anterior, de adaptação aos três níveis representacionais.

Por se tratar de uma atividade que compõe um grupo maior de estratégias usadas para acompanhar os processos de aprendizagem do grupo de estudantes ao longo do período letivo, os resultados apresentados neste trabalho foram fundamentais na proposição das ações seguintes, isso porque, as aulas de química eram organizadas para oportunizar aos estudantes, momentos de tomada de consciência sobre suas teorias individuais, e ainda, de comparação e diferenciação em relação às ideias dos colegas e/ou das teorias cientificamente aceitas, com o propósito de avançar na construção de conhecimentos cada vez mais complexos.

Agradecimentos e apoios

Instituto Federal do Rio Grande do Sul – Campus Canoas

Referências

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Edições 70, LDA: Lisboa, 2009.

GÓMEZ CRESPO, M. A.; POZO, J. I.; SANZ, A.; LIMÓN, M. La estructura de los conocimientos previos en Química: una propuesta de núcleos conceptuales. **Investigación en la Escuela**, n.18, 1992, p. 21 – 40.

GÓMEZ CRESPO, M. A. Ideas y dificultades em el aprendizaje de la química. **Alambique**. Didáctica de las ciencias experimentales. n. 7, 1996, p. 37 – 44.

GÓMEZ CRESPO, M. A.; POZO, J. I.; GUTIÉRREZ JULIÁN, M. S. Enseñando a comprender la naturaleza de la matéria: el diálogo entre la química y nuestros sentidos. **Educación Química**, n.15 , 3, jul, 2004, p. 198 - 209.

JOHNSTONE, A. H. Teaching of Chemistry – Logical or Psychological? **Chemistry Education: Research and Practice in Europe**, 2000, p. 9 – 15.

LÉON, O. G.; MONTERO, I. **Métodos de investigación em Psicología y Educación**. 3 ed. Madrid: McGraw-Hill, 2003.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. 2 ed. São Paulo: EPU, 2013.

MORTIMER, E. F.; MIRANDA, L. C. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. **Revista Química Nova na Escola**, n. 2. nov. 1995, p. 23-26.

POZO, J. I.;GÓMEZ CRESPO, M. A. **A aprendizagem e o ensino de ciências. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico**. 5 ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

ROSA, M. I. F. P. S.; SCHNETZLER, R. P. Sobre a importância do conceito transformação química no processo de aquisição do conhecimento químico. **Revista Química Nova na Escola**, n. 8. nov. 1995, p. 31-35.