

Uso da vitamina C como estratégia para o estudo do equilíbrio químico

*Leidelaine Sérgio Peruce¹, Letícia Perucci de Lima¹, Thamires Lana e Silva¹, Viviane Martins Rebello dos Santos², Ângela Leão Andrade². **

¹Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, CEFET, 35400-000 Ouro Preto, Minas Gerais

²Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto, 35400-000 Ouro Preto, Minas Gerais

*E-mail do autor correspondente: angelaleao@ufop.edu.br

Submetido em: 31 mar. 2020. Aceito: 01 jun. 2020

Resumo

Este trabalho apresenta uma discussão a respeito de como a decomposição da vitamina C, ocasionada por alguns fatores, pode contribuir para a construção de conhecimentos, por parte de alunos do Ensino Médio, no que concerne ao equilíbrio químico. Para tanto, foram selecionadas bolsistas também do Ensino Médio, mas de uma série mais avançada do que aquela dos alunos acompanhados, para mediar as estratégias de ensino. As bolsistas tentaram ajudar os estudantes a refletir e fazer associações entre conhecimentos do senso comum e conceitos da química, visto que pode ser mais produtivo que o processo de ensino aprendizagem tenha como ponto de partida saberes prévios dos sujeitos, construídos cotidianamente, por meio da observação e de informações diversas. Desta forma, pode-se propiciar maior envolvimento e interesse dos estudantes em relação às temáticas trabalhadas. Por intermédio de uma metodologia de ensino que propôs partir de experiências concretas para exploração de conceitos abstratos, verificou-se que bolsistas e alunos conseguiram construir mais conhecimentos no que tange ao equilíbrio químico.

Palavras-chave: vitamina C, aprendizagem, equilíbrio químico.

Abstract

Use of vitamin C as a strategy for the study of chemical balance

This paper presents a discussion about how the decomposition of vitamin C, caused by some factors, can contribute to the construction of knowledge, by high school students, regarding chemical balance. To this end, scholarship holders from high school were also selected, but from a series more advanced than that of the students being monitored, to mediate teaching strategies. The fellows tried to help students reflect and make associations between common sense knowledge and chemistry concepts, since it can be more productive that the teaching-learning process has as a starting point the subjects' previous knowledge, built daily, through observation and miscellaneous information. In this way, it is possible to provide greater involvement and interest of students in relation to the themes worked on. Through a teaching methodology

that proposed starting from concrete experiences to explore abstract concepts, it was found that scholars and students managed to build more knowledge regarding the chemical balance.

Keywords: vitamin C, learning, chemical balance.

Introdução

Maneiras mais produtivas de se fomentar o processo de ensino aprendizagem têm sido pensadas e experimentadas por pesquisadores. Zuanon e Diniz (2004), por exemplo, explicitaram a necessidade de repensar as formas como o conteúdo é abordado, para que o aluno possa estabelecer uma rede de significados e, deste modo, ser capaz de perceber e refletir sobre o processo de ensino-aprendizagem. Já os Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio – PCNEM – (Brasil, 1998), consideram que o aprendizado deve contribuir não só para o conhecimento técnico, mas que também deve propiciar uma cultura mais ampla, por meio do desenvolvimento de um caráter crítico, que ajudará os estudantes em vários momentos da vida. Para se conseguir tais objetivos, de um modo geral, as formas de ensino apontadas pelos pesquisadores citados e pelos PCNs enfatizam o papel da experimentação e do cotidiano conhecido, no aprendizado. Assim, autores como Hodson (1988; 1994; 1996), Lavonen et al. (2004), Laburú, Barros e Kanbach (2007), Séré (2002), Galiazzi et al. (2001), Peruce et al. (2017), Alvarenga et al. (2019), Zanon e Silva (2000), Arruda e Laburú (1996), Pessoa, Gevertz e Silva (1985), entre outros, discutem a utilização de atividades experimentais por professores das Ciências Naturais (Física, Química e Biologia). Todos consideram importante o experimento para o ensino das Ciências, divergindo apenas em como ele deve ser usado.

Entretanto, apesar do esforço de vários professores/pesquisadores, o ensino de Química continua exigindo que o aluno memorize fatos,

nomes, regras, leis, sem qualquer relação com seu cotidiano e interesses, o que pode torná-lo enfadonho. Apesar de compreensível a dificuldade que a maioria dos professores possui de ensinar uma disciplina tão complexa, com uma vasta extensão conceitual e abstração, o problema é que essa forma de estudo que, por vezes, exige do aluno a memorização de diferentes tópicos pode dificultar o desenvolvimento de habilidades e competências que contribuirão para seu crescimento intelectual.

Neste trabalho, procuramos despertar o interesse e ensinar Química a estudantes do ensino médio, utilizando um tema amplamente divulgado, a vitamina C e os processos que levam a sua degradação. Vitaminas são compostos essenciais para o funcionamento normal do organismo. Elas devem ser obtidas, preferencialmente, por meio de uma alimentação balanceada e sua falta pode provocar doenças. A vitamina C, por exemplo, deve ser fornecida para o organismo em uma concentração de 60 mg/Kg/dia e sua carência leva ao aparecimento de uma doença conhecida como escorbuto (SANTOS, 2020).

Seu nome químico, ácido ascórbico, indica sua propriedade química: ela é um ácido. A palavra ascórbico representa seu valor biológico na proteção contra a doença escorbuto (STADLER, 1999). A associação entre essa doença e a alimentação é realizada há anos. Quando surgiu, na época das Cruzadas, o escorbuto foi relacionado à uma alimentação deficiente em verduras e frutas frescas, durante o inverno. Os casos daquela doença tornaram-se mais raros a partir da introdução do consumo da batata na dieta

das pessoas. Em 1936 o ácido ascórbico foi isolado e identificado. Hoje, é produzido industrialmente (COMACHIO, 2015).

A vitamina C está presente no leite e no fígado, mas as melhores fontes são as frutas frescas (particularmente frutas cítricas, mas também é encontrada na goiaba, morango e mamão), tomates, pimentão verde, batata assada e verduras. Em média, um copo de suco de laranja contém mais do que a quantidade diária requerida por um adulto.

Ela é extremamente instável e perde suas propriedades na presença de ar, calor, água, luz e quando os alimentos são cozidos em recipientes de cobre ou de ferro. O cozimento prolongado dos

vegetais e o processamento industrial intenso também diminuem a quantidade de vitamina C disponível nos alimentos. Como consequência, o escorbuto pode ocorrer em pessoas que se alimentam basicamente de alimentos enlatados.

A vitamina C é um poderoso antioxidante. As moléculas do ácido ascórbico sofrem oxidação antes do que outras moléculas se oxidem. É importante salientar ainda que ela aumenta a resistência do organismo às infecções, protege a pele contra a ação dos radicais livres que causam seu envelhecimento. Ressalta-se também que a primeira etapa de sua oxidação é facilmente reversível, como mostra a Figura 1.

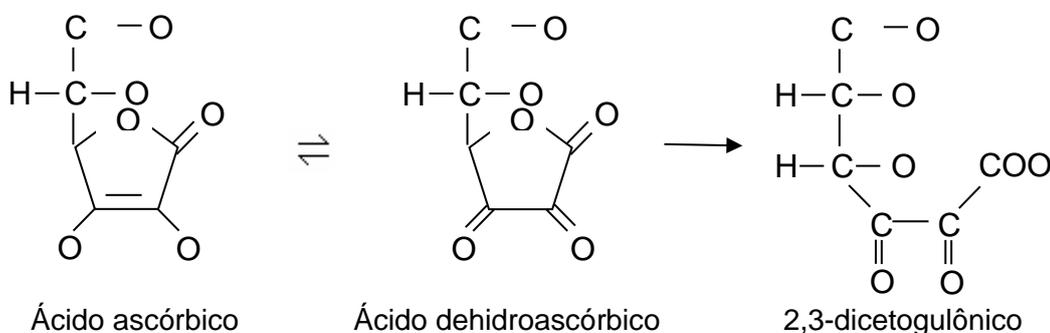


Figura 1. Mecanismo de conversão do ácido ascórbico em ácido dehidroascórbico

Portanto, neste trabalho, bolsistas, estudantes do ensino médio (3º ano do ensino médio), escolheram um tema, estudaram-no e ministraram uma aula de Química a estudantes de uma série anterior (2º ano do ensino médio) do Colégio Estadual de Antônio Pereira (distrito de Antônio Pereira, município de Ouro Preto, MG). O tema escolhido foi o equilíbrio químico. Como já foi dito, para tornar a aula mais interessante e envolver os estudantes em um assunto conhecido, exemplificaram a aula por meio de uma experiência envolvendo a degradação de um composto essencial ao nosso organismo, a vitamina C.

Material e Métodos

Tintura de iodo a 2%; sucos de laranja e limão, *in natura*; suco concentrado de laranja engarrafado (o rótulo informa que ele contém 18 mg de vitamina C em 50 mL de suco); preparado sólido para refresco, sabor laranja (o rótulo informa que ele tem 6,8 mg de vitamina C em 6 g de produto); conta-gotas; 8 copos de vidro; 1 fonte de calor (fogãozinho elétrico); 1 colher de chá; amido de milho; 1 béquer de 500 mL; água; 1 garrafa PET; 1 panela de bronze.

Metodologia

Este trabalho foi desenvolvido com a ajuda de três bolsistas do CNPq, estudantes do 3º ano do

ensino médio. O propósito era reformular uma prática de ensino e foi desenvolvido em uma escola pública.

Depois de várias reuniões, em que as bolsistas e as professoras envolvidas discutiram os experimentos previamente selecionados pelas primeiras, foi decidido abordar um tema que acrescentasse informações úteis para os estudantes visitados, além de explicar a química sob um ponto de vista diferente. A temática escolhida foi sobre o equilíbrio químico, tratado a partir da exploração da vitamina C. Essa atividade foi escolhida pela simplicidade, rapidez no experimento, e pela possibilidade de se correlacionar os conceitos fundamentais de equilíbrio químico com a estabilidade dessa vitamina. De início, devemos ressaltar que tal estratégia de ensino tinha como objetivo proporcionar aos estudantes o desenvolvimento de uma percepção relacionada ao processo de deslocamento do equilíbrio, inerente a toda reação química, permitindo-lhes elaborar relações com os aspectos que permeiam tal processo. Para isso, foram criados contextos que favorecessem o desenvolvimento gradual de ideias por parte dos alunos, (re) pensando os modelos que iam emergindo da interação favorecida pelas diversas atividades.

Ao elaborarmos uma estratégia de ensino, devemos levar em consideração os fatos presentes em nosso dia a dia (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Tal ideia, que se apresenta discreta à primeira vista, parece estar incorporada à estrutura cognitiva dos estudantes, levando-os a utilizá-la de forma indiscriminada em diferentes contextos. Por isso, foram propostas questões que permitiram aos estudantes (re) estruturar suas concepções de modo dialógico, crítico e reflexivo, reformulando os modelos criados inicialmente.

O tema de equilíbrio químico foi proposto porque ele tem sido apontado por muitos autores

(e também professores) como problemático para o ensino e a aprendizagem (MASKILL; CACHAPUZ, 1989; WILSON, 1998), provavelmente porque engloba vários outros conceitos, como reação química, reversibilidade das reações e cinética (QUÍLEZ-PARDO; SOLAZ-PORTOLES, 1995). Vale ressaltar, também, que no senso comum existem inúmeras concepções que diferem dos conceitos aceitos cientificamente e, em se tratando do conceito de deslocamento de equilíbrio, há muitos termos utilizados inadequadamente. Além disso, como nas salas de aula o aspecto quantitativo é mais valorizado, os estudantes têm dificuldades de compreender os aspectos qualitativos envolvidos, ou seja, eles conseguem prever, através de cálculos, se o equilíbrio se desloca no sentido de favorecer produtos ou reagentes, mas se for dado um exemplo de deslocamento de equilíbrio, sem cálculo, têm dificuldades de prever o que ocorrerá (FERREIRA; JUSTI, 2008).

Após escolherem o tema que iriam trabalhar com os alunos de uma escola estadual, o próximo passo foi testar os experimentos, discutir a parte teórica envolvida neles e escolher as escolas. Foi escolhido apresentar o trabalho em apenas uma sala, de uma escola de Antônio Pereira, um distrito de Ouro Preto, Minas Gerais. As atividades foram desenvolvidas no terceiro bimestre, com alunos do 2º ano do ensino médio, porque o tema é trabalhado nessa série.

Uma das bolsistas entrou em contato com a supervisora da escola, explicando o projeto. A supervisora mostrou-se receptiva e disse que achava ótimo atividades diferentes, principalmente porque os estudantes estavam tendo poucas aulas, já que alguns professores estavam de greve, e essa atividade poderia preencher os horários vagos.

A primeira etapa da atividade consistiu em uma aula expositiva (duração de 15 min),

ministrada pelas bolsistas, nas quais foram explicados o conteúdo teórico e o procedimento que seria realizado. Deve-se enfatizar aqui que, quando perguntados, esses alunos responderam que ainda não tinham estudado esse tópico, mostrando ainda mais a importância da aula expositiva no início do trabalho. Após essa explicação inicial, o trabalho foi dividido em duas partes.

Parte I

A turma foi dividida em grupos de quatro ou cinco alunos e, para sabermos sobre as ideias que eles apresentavam a respeito do termo equilíbrio químico, eles tiveram a tarefa de responder as seguintes questões investigativas:

1) Complete os Quadros:

Representem, desenhando moléculas diferentes de forma diferente, cada situação abaixo:

Quadro 1. Representação das moléculas A e B

A	B

Agora, imaginem a seguinte equação:

$A + B \rightleftharpoons AB$. Preencham o Quadro 2 representando algumas moléculas no início e após o sistema ter atingido o equilíbrio.

Quadro 2. Moléculas antes da reação e após o sistema ter atingido o equilíbrio

$A + B \rightleftharpoons AB$
Início:
Equilíbrio:

Os estudantes tiveram alguns minutos para preencher os Quadros. Ao final do tempo de preenchimento de cada um, um representante de

cada grupo foi ao quadro negro, desenhou seu modelo e explicou o motivo daquele desenho. Depois de todos os grupos apresentarem, uma bolsista dialogou com os estudantes sobre suas representações.

O próximo passo foi pedir para eles preencherem o Quadro 3, que indagava: Se, depois do sistema ter atingido o equilíbrio químico, for adicionado mais A, o que ocorrerá?

Quadro 3. Representação das moléculas antes da reação, após o sistema ter atingido o equilíbrio, após a adição de mais moléculas A e após restabelecer novamente o equilíbrio

$A + B \rightleftharpoons AB$
Início:
Equilíbrio:
Adição de mais A:
Equilíbrio:

Após o término da primeira parte da aula, as bolsistas passaram para a Parte II.

Parte II

Procedimentos:

- Colocar, em um recipiente de 500 mL, 200 mL de água. Aquecer o líquido até uma temperatura próxima de 50 °C. A seguir, colocar uma colher de chá cheia de amido de milho na água aquecida, agitando sempre, até que a temperatura da mistura abaixe até a temperatura ambiente. Depois de resfriada, armazenar a solução na garrafa PET.
- Colocar, em um copo, cerca de 5 mL de suco de laranja. Em outro copo, cerca de 5 mL de suco de limão e, em outro copo, o mesmo volume de suco de laranja comercial. No quarto copo, colocar cerca de 1 g do preparado sólido para refresco

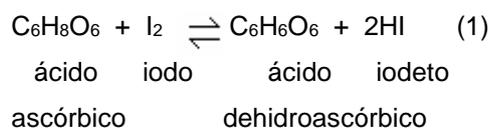
- em pó de laranja, dissolvido em aproximadamente 5 mL de água.
- 3- Adicionar 10 gotas de solução de amido em cada copo.
 - 4- Adicionar, gota a gota, a tintura de iodo até o aparecimento de uma cor azul. Anotar o número de gotas no Quadro 4.
 - 5- Adicionar mais suco em cada copo e verificar o que aconteceu.
 - 6- Adicionar amido novamente, em cada copo, até a cor da solução ficar azul novamente.
 - 7- Aquecer os copos. Verificar o que aconteceu.
 - 8- Colocar, novamente, a mesma quantidade de cada suco em outros quatro copos.
 - 9- Adicionar 10 gotas de amido.
 - 10- Colocar, individualmente, cada suco em uma panela de bronze e aquecer até fervura. Resfriar.
 - 11- Adicionar, gota a gota, a tintura de amido até obter uma cor azul.
 - 12- Preencher o Quadro 4.

Quadro 4. Preencham o quadro abaixo

Substâncias	Adicionar gotas de iodo em cada copo, até aparecer a cor azul. Anotar o número de gotas.	Adicionar mais suco das frutas nos copos. Anotar o que observou.	Aquecer os copos de cada suco. Anotar o que observou.	Aquecer os copos de cada suco em panela de bronze. Adicionar gotas de iodo até aparecer a cor azul. Anotar quantas gotas de iodo foram necessárias.
5 mL do suco de laranja				
5 mL do suco de limão				
5 mL de preparado sólido para refresco em pó				
5 mL de suco de laranja de garrafinha				

Após realizarem o experimento, as bolsistas explicaram os conceitos envolvidos nas reações.

Devido a sua propriedade antioxidante, a vitamina C (ácido ascórbico) promove a redução do iodo a iodeto que, em solução aquosa e na ausência de metais pesados, é incolor. A equação química envolvida é:



Depois de reagir com todo ácido ascórbico presente, o iodo adicionado irá formar, com o amido, um composto de cor azul escuro intenso:

$$\text{I}_2 + \text{Amido} \rightleftharpoons \text{Amido-I}_2 \text{ (complexo amido-iodo azul intenso)} \quad (2)$$

Assim, quanto mais ácido ascórbico um determinado alimento contiver, maior a quantidade de gotas da solução de iodo necessária para que o sistema adquira uma coloração azul.

Resultados e Discussão

O preenchimento do Quadro 1 foi feito corretamente, ou seja, os alunos colocaram um símbolo para representar a molécula A e um símbolo diferente para representar a molécula B.

Já o Quadro 2 foi preenchido, por todos os grupos, de forma incorreta. No início da reação, todos fizeram o desenho das moléculas A, colocaram o símbolo "+" e fizeram o desenho das moléculas B. Para o estado do equilíbrio, colocaram todas as moléculas, A e B, unidas, formando o produto AB. Em nenhum grupo havia reagentes no equilíbrio. Um grupo colocou o sinal de "=", mostrando que $A + B = AB$. Quando os alunos foram perguntados sobre a reversibilidade das reações, eles não souberam comentar. Esse fato também já foi observado por outros autores (MACHADO e ARAGÃO, 1996) que estudaram a concepção do estado de equilíbrio. Esses autores concluíram que os estudantes tendem a conceber o estado de equilíbrio como um estado no qual nada mais ocorre. De forma diferente desses autores que, ao fazerem um teste semelhante, notaram que alguns alunos chegaram a representar cada reagente dentro de um recipiente diferente, observamos que os alunos não desenharam os recipientes. Em todos os grupos, no início da reação, as moléculas A foram desenhadas do lado esquerdo e as moléculas B,

do lado direito, isto é, separadas. Com base nas referidas observações, concluímos, assim como Machado e Aragão (1996), que os alunos tendem a não diferenciar o fenômeno da reação química de sua representação, a equação química.

Depois de todos os grupos terem terminado seus desenhos, as bolsistas recolheram os papéis contendo as respostas e explicaram como e porquê era para eles terem desenhado, ou seja, no início teria moléculas A e moléculas B, enquanto que, no equilíbrio, teria moléculas A, B e AB.

Como o Quadro 3 foi preenchido depois das bolsistas terem explicado os Quadros anteriores, todos os grupos responderam de forma correta, ou seja, colocaram as moléculas reagentes espalhadas no início (ao invés de separadas, A à esquerda e B à direita) e, no equilíbrio, havia moléculas A, B e AB. Após a adição de mais A, foram formadas mais moléculas AB. Nesse ponto, as bolsistas explanaram sobre o deslocamento do equilíbrio. Esclareceu-se que quando foi adicionado mais reagente, o equilíbrio desloca-se para a direita, formando mais produto.

Após essa introdução a cerca de equilíbrio químico (Parte I), as bolsistas começaram o experimento da vitamina C (Parte II). Antes disso, elas falaram um pouco sobre a história e a importância dessa vitamina no nosso organismo, já discutido na Introdução.

O Quadro 4 foi preenchido da seguinte maneira:

Quadro 4. Quantidade de gotas necessárias para que cada suco fique azul

Substâncias	Adicionar gotas de iodo em cada copo, até aparecer a cor azul. Anotar.	Adicionar mais suco das frutas nos copos. Anote o que observou	Aqueça os copos de cada suco. Anote o que observou.	Aqueça os copos de cada suco em panela de bronze. Adicione gotas de iodo até aparecer a cor azul. Anote quantas gotas de iodo foram necessárias.
-------------	--	--	---	--

5 mL do suco de laranja	4	A solução ficou da cor do suco	A cor azul desapareceu	2
5 mL do suco de limão	2	A solução ficou da cor do suco	A cor azul desapareceu	1
5 mL de preparado sólido para refresco em pó	3	A solução ficou da cor do suco	A cor azul desapareceu	1
5 mL de suco de laranja da garrafa	5	A solução ficou da cor do suco	A cor azul desapareceu	2

Foi perguntado em qual dos sucos havia maior quantidade de vitamina C e os alunos responderam que no suco de laranja da garrafa. Já o preparado sólido para refresco em pó, sabor laranja, foi o que apresentou a menor quantidade de vitamina C.

Quando foi adicionado mais suco da fruta em cada copo, houve o deslocamento do equilíbrio da equação (1) para a direita, com o objetivo de consumir o suco adicionado, mas consumindo, também, o I_2 . A diminuição da concentração de I_2 deslocou o equilíbrio da equação (2) para a esquerda, fazendo com que a cor azul desaparecesse. Depois, foi adicionado novamente iodo e, pelo mecanismo já descrito, a solução voltou a ter cor azul.

Quando as bolsistas aqueceram cada copo, houve um desaparecimento da cor azul, dessa vez devido à vaporização do iodo. Assim, novamente, quando o iodo saiu do sistema, a equação (2) se deslocou para a esquerda, perdendo a cor azul. Por último, quando os sucos com amido e iodo foram aquecidos em panela de bronze, precisou de uma quantidade menor de gotas de iodo para a solução ficar azul. Nesse caso, uma parte da vitamina C se decompôs, restando uma quantidade menor dela para reagir com o iodo.

Portanto, essas atividades permitiram a explicação sobre alguns dos processos que decompõem a vitamina C e o estabelecimento de relações com o deslocamento de equilíbrio. No final dos experimentos foi perguntado aos alunos se eles os entenderam, uma vez que ainda não

havam estudado essa matéria. Eles responderam que entenderam, que gostaram muito da aula, que eles gostavam de aprender coisas novas.

Considerações finais

Durante a preparação da aula, pelas bolsistas e sob supervisão da professora universitária, as bolsistas ainda permaneciam com algumas concepções substancialistas¹ bastante evidentes em seus modelos, falas e respostas às questões avaliativas que lhes foram propostas. Entretanto, de acordo com Souza e Justi (2011), os erros e as vicissitudes inerentes ao ensino devem ser vistos de forma positiva pelos professores, tendo em vista que tais erros devem ser transformados em aliados para a (re) construção e apropriação do conhecimento, e não como empecilhos. Isso porque tais situações podem favorecer a condução dos estudantes a um pensamento mais elaborado e reflexivo, a partir do qual o saber científico vai se alicerçando em patamares bastante sólidos em relação aos distintos construtos teóricos.

Por isso acreditamos que, antes de utilizarmos as terminologias científicas que permitem associações substancialistas, é fundamental deixar todo o processo relacionado às transformações químicas bastante explícito para os alunos, indicando as relações envolvendo as

¹Conceito substancialista: Imagem da substância como possuidora de propriedades inalienáveis, ou seja, que não se alteram [TAVARES, 2009].

reações químicas e seus deslocamentos. A partir de indicativos de que essas ideias estão bem compreendidas, tais palavras podem ser usadas. Nesse sentido, a atividade experimental foi de grande utilidade, tendo em vista que as bolsistas puderam conceber todo o processo envolvido no deslocamento do equilíbrio.

Os resultados aqui apontados confirmam que o desenvolvimento da referida proposta de abordagem do tema equilíbrio químico proporcionou uma aprendizagem significativa por parte dos estudantes da escola de Antônio Pereira, fato que pode ser observado pelo interesse e envolvimento deles durante a aula. Acreditamos que eles conseguiram compreender, pois foram capazes de fazer as devidas conexões entre o aspecto fenomenológico, as teorias e as representações simbólicas.

Portanto, a metodologia proposta neste trabalho permitiu a discussão e a execução de um procedimento experimental por meio do qual foi estudado o deslocamento do equilíbrio químico a partir do estudo da estabilidade da vitamina C com alunos do ensino médio. O tema “vitamina C” é interdisciplinar, já que ele engloba algumas áreas do conhecimento, permitindo que os alunos percebam as relações existentes em um mesmo assunto apresentado sob diferentes aspectos. O experimento despertou curiosidade e interesse por ser uma atividade diferenciada, bem como incentivou a participação ativa dos estudantes.

Acreditamos que os resultados aqui apontados indicam que a proposta de usar um assunto do cotidiano na abordagem de um tema químico realmente permite aos estudantes uma elaboração conceitual mais ampla sobre os fenômenos abordados, tornando possível identificar como eles faziam as conexões entre os aspectos macroscópicos e microscópicos das situações apresentadas.

Além disso, nesse trabalho prático, os estudantes foram estimulados a desenvolver o

trabalho em equipe, a liderança, as relações interpessoais, a organização, a observação crítica dos fenômenos e a relação entre as diversas áreas do conhecimento, percebendo assim que o conhecimento pode ser apresentado de maneira não fragmentada, ou seja, que as diversas ciências podem se complementar.

Por fim, esse trabalho mostrou, ainda, que as bolsistas que participaram do projeto, bem como os demais estudantes, também construíram conhecimentos a respeito da temática explorada.

Agradecimentos

Agradecemos à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) por ter cedido laboratório para as bolsistas testarem os experimentos, e ao CNPq, pelas bolsas.

Referências

ALVARENGA, Meiry Edivirges; GAMA, Bruno Elias P. Nogueira da; TRAVAIN, Silmar Antônio; OLIVEIRA, Sheila Rodrigues; ANDRADE, Ângela Leão; DAMASCENA, Kênia Basto; SANTOS, Viviane Martins Rebello dos. A química orgânica e o meio ambiente no ensino médio: reação de saponificação com óleos residuais. **ALEMUR**, v. 4, n. 4, p. 73-85, 2019.

ARRUDA, Sérgio de Mello; LABURÚ, Carlos Eduardo. Considerações sobre a função do experimento no ensino de ciências. In: Pesquisas em ensino de ciências e matemática. Série: **Ciências & Educação**, n. 3, Bauru, São Paulo, p. 14-24, 1996.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciência da natureza, matemática e suas

tecnologias, 1998. Disponível em <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencia_n.pdf> Acesso em nov. 2008.

COMACHIO, Lira Guglieri. Vitaminas. **Núcleo de Terapias Integradas Estrela Cristal Health Care**, 18, março, 2015. Disponível em: <http://relaxaromas.blogspot.com/2015/03/>. Acesso em 25 abril 2020.

FERREIRA, Poliana Flávia Maia; JUSTI, Rosária da Silva. Modelagem e o “Fazer Ciência”. **Química Nova na Escola**, v. 28, p. 32-36, 2008.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir Langoni de; GIESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio Peres. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

HODSON, Derek. Experiments in science and science teaching. **Educational Philosophy and Theory**, v. 20, n. 53, p. 53-66, 1988.

HODSON, Derek. Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. **Enseñanza de las ciencias**, v. 12, n. 3, p. 299-313, 1994.

HODSON, Derek. Practical works in school science: exploring some directions for change. **International Journal of Science Education**, v. 18, n. 7, p. 755-760, 1996.

LABURÚ, Carlos Eduardo; BARROS, Marcelo Alves e KANBACH, Bruno G. A relação com o saber profissional do professor de física e o fracasso da implementação de atividades experimentais no ensino médio. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 3, p. 305-320, 2007.

LAVONEN, Jari; JAUHAINEN, Johanna; KOPONEN, Ismo T; KURKI-SUONIO, Kaarle. Effect of a long-term in-service training program on teachers' beliefs about the role of experiments in physics education. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 3, p. 309-328, 2004.

MACHADO, Andrea Horta; ARAGÃO, Rosália Maria Ribeiro de. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, v. 4, p. 18-20, 1996.

MASKILL, Roger; CACHAPUZ, Antonio F.C. Learning about chemistry topic of equilibrium, the use of word association tests to detect development conceptualizations. **International Journal of Science Education**, v. 11, n. 1, p. 57-59, 1989.

PERUCE, Leidelaine Sérgio; LIMA, Letícia Perucci de; SILVA, Thamires Lana; ALVES, Kerley dos Santos; ALMEIDA, Sheila Alves; ALMEIDA, Maria Alzira Diniz; ANDRADE, Ângela Leão. Dialogia no ensino de química: reflexões de uma experiência. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 12, n. 8, p.215-226, 2017.

PESSOA, Oswaldo Frota; GEVERTZ, Rachel e SILVA, Ayrton G. Como ensinar ciências. 5. ed. v. 104, São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1985.

QUÍLEZ-PARDO, Juan; SOLAZ-PORTOLES, Joan Josep. Students and teachers misapplication of the Le Chateliers principle. Implications for the teaching of chemical equilibrium. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 9, p. 939-957, 1995.

SANTOS, Maria Vanessa. O que é escorbuto? **Brasil escola**. Disponível em: <https://brasilestola.uol.com.br/o-que-e/biologia/o-que-e-escorbuto.htm>. Acesso em 25 abr 2020.

SÉRÉ, MARIE-GENEVIÈVE. La enseñanza en el laboratorio. Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? **ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**, v. 20, n. 3, p. 357-368, 2002.

SOUZA, Vinícius Catão de Assis; JUSTI, Rosária. Interloquções possíveis entre linguagem e apropriação de conceitos científicos na perspectiva de uma estratégia de modelagem para a energia envolvida nas transformações químicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 2, p. 31-46, 2011.

STADLER, Zecliz. **Determinação do Teor de Vitamina C em Alimentos**. Curitiba, 1999. 27f. Monografia apresentada ao curso de especialização em Ensino de Química Experimental para o 2º grau, Setor de Ciências

Exatas, Departamento de Química, Universidade Federal do Paraná.

TAVARES, Leandro Henrique Wesolowski. Possibilidades de deformação conceitual nos livros didáticos de Química brasileiros: o conceito de substância. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 3, p. 1004-1018, 2009.

ZANON, Lenir Basso; SILVA, Lenice Heloísa de Arruda. A experimentação no ensino de ciências. In: SCHNETZLER, R.P. e ARAGÃO, R.M.R. **Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens**. Campinas: Capes; Unimep, 2000. p. 120-153.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e Contextualização no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WILSON, Audrey H. Equilibrium: A teaching/ learning activity. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 9, p. 1176-1177, 1998.

ZUANON, Átima Clemente Alves; DINIZ, Renato Eugênio da Silva. O ensino de biologia e a participação dos alunos em 'atividades de docência'. In: NARDI, R.; BASTOS, F. e DINIZ, R.E. da S. (Orgs.). **Pesquisa em ensino de ciências: contribuições para a formação de professores**. São Paulo: Escrituras, 2004.