

Dificuldades apresentadas por estudantes do 2º ano do Ensino Médio em compreender o fenômeno observado durante a realização de uma experiência

Difficulties presented by students of the 2nd year of High School in understanding the phenomenon observed during the performance of an experiment

Tatiane Aparecida Silva Rocha¹, Natália Pereira Marques², Giovana Jabur Teixeira³, Iago Ferreira Espir⁴, Guilherme Augusto Paixão⁵, Alexandra Epoglou⁶

1,2 Universidade Federal de Uberlândia/Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (UFU)

tatiane.rochasilva@hotmail.com

3,4,5,6 Universidade Federal de Uberlândia/Faculdade de Ciências Integradas do Pontal (UFU- FACIP)

Resumo

O ensino de Eletroquímica pode contribuir para a formação de cidadãos mais conscientes da realidade em que vivem. Todavia, pesquisas anteriores discutem dificuldades apresentadas por discentes e docentes em relação a esse tema. Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo analisar os resultados de duas atividades de um plano de aula executado em três turmas de 2º ano do Ensino Médio. O foco da discussão é a realização de um experimento sugerido pelo livro didático adotado pela professora para introduzir os conceitos de oxidação e redução, a Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio. Com base nas respostas apresentadas pelos estudantes, notamos que os mesmos não conseguiram relacionar a mudança de cores com o processo de oxidação-redução como era previsto pela realização do experimento.

Palavras chave: ensino de química, experimentação, eletroquímica.

Abstract

The teaching of electrochemistry can contribute to the formation of citizens more aware of the reality in which they live. However, previous researches showed difficulties presented by students and teachers regarding this topic. Thus, the present study aims to analyze the results of two activities of a lesson plan executed in three classes of the second year of high school. The discussion focused in the realization of an experiment suggested by the didactic book adopted by the teacher to introduce the concepts of oxidation and reduction, Vitamin C as a

reducing agent - interaction with potassium permanganate. Based on the answers presented by the students, we noticed that they could not relate the color change to the oxidation-reduction process as predicted by the experiment.

Key words: chemistry teaching, experimentation, electrochemistry.

Concepção dos estudantes em relação ao conteúdo de Eletroquímica

A Eletroquímica compreende diversos assuntos importantes para a compreensão de muitos aspectos teórico-conceituais relacionados ao meio científico e tecnológico em nossa sociedade. Podemos perceber várias aplicações, como por exemplo, viagens espaciais com robôs funcionando com potentes baterias portáteis, carros elétricos com autonomia para percorrer longas distâncias, processos de eletrodeposição relacionados à prevenção da corrosão nos metais, entre outros, o que comprova o interesse e a curiosidade que o assunto pode despertar (BOCANEGRA, 2010, p. 25).

Entretanto, mesmo sabendo da importância desse tema em nosso cotidiano, os conceitos de Eletroquímica são considerados difíceis e complexos para alguns professores, deste modo, muitos deixam o conteúdo em questão para o “último semestre, sabendo de antemão que não terão tempo hábil de executá-lo e que, desse modo, livram-se do problema” (SANJUAN & COLABORADORES 2009, p. 191).

De fato, alguns estudantes apresentam dificuldades, como verificado no trabalho realizado por Velleca e colaboradores (2005) no qual foram apontadas concepções alternativas de estudantes da 3^o série do Ensino Médio relativas aos conceitos de Eletroquímica. Foram constatadas algumas ideias como por exemplo, a de que os elétrons fluem através da ponte salina independente da espécie química correspondente.

Já na pesquisa realizada por Caramel e Pacca (2011), com 73 alunos da 3^a série do Ensino Médio e 52 alunos do 3^o ano do curso de Licenciatura e Bacharelado de Química, que já haviam estudado o tema em questão, também foram evidenciadas algumas dificuldades ao explicarem os fenômenos microscópicos que ocorrem na célula eletroquímica em operação. Também se observou a deficiente apropriação da linguagem específica, que aparece de forma significativa, demonstrando utilizarem os termos oxidação, redução, íons, cátions e ânions, num sentido diferente da química oficialmente aceita. Muitos dos alunos justificaram o efeito de geração da corrente, por uma única causa, a transformação das espécies químicas (oxidação ou redução), sem se importarem com os aspectos dinâmicos de movimentação das cargas, tanto nos fios, quanto nos eletrólitos, além disso, a função da ponte salina é praticamente ignorada pela maioria.

Sabendo da importância dos conceitos relativos à Eletroquímica em nossa sociedade e das dificuldades apresentadas por estudantes e alguns professores em relação a este conteúdo, o presente trabalho tem como objetivo analisar parte dos resultados obtidos com a execução de um plano de aula, para três turmas de 2^o ano do Ensino Médio de uma escola pública. Os resultados analisados foram obtidos durante a realização da atividade experimental “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”, utilizada para introduzir a discussão sobre os processos de oxidação e redução com os alunos.

Metodologia

A presente pesquisa constitui a primeira etapa de um trabalho que vem sendo desenvolvido por uma professora de Química da Educação Básica sobre o ensino de Eletroquímica. A necessidade de investigação surgiu das dificuldades acerca dos conceitos estudados em Eletroquímica apresentadas pela própria professora, que elaborou um plano de aula fundamentado em artigos, textos e livros sobre o assunto.

Assim, durante a leitura da dissertação “A Flexquest¹ como estratégia didática no Ensino de Eletroquímica”, algo chamou a atenção da docente, pois a pesquisadora indicou, para treze professores, quatro temas para serem desenvolvidos por meio da Flexquest. Foram formados três grupos, e os temas propostos pela pesquisadora foram: A vitamina C; O uso de pilhas de baterias; As reações de oxirredução no organismo - o uso do bafômetro e por último, O envelhecimento da pele e os antioxidantes. Os três grupos tiveram livre escolha sobre o tema, porém todos optaram por trabalhar com “O uso de pilhas e baterias”. Em sua pesquisa, ela sugere que um dos motivos dessa escolha deve ser, provavelmente, pela comum associação das reações de oxirredução às pilhas e baterias. Além disso, quando esses professores são questionados sobre os conceitos de Eletroquímica trabalhados em sala de aula, o uso de pilhas e baterias foi o mais citado.

Com base nessa dissertação, a docente refletiu sobre a sua atuação profissional, pois acredita que “sempre temos medo do novo e muitas das vezes queremos o mais fácil, achamos difícil sair da zona de conforto”. Desse modo, ela pensou em algo que realmente fosse um desafio e que contribuísse para sua formação, além de que pudesse despertar o interesse e o aprendizado dos alunos. Assim, elaborou um plano de aula, partindo do tema Vitamina C. A proposta da docente era que no plano de aula estivessem inseridos os conteúdos de Reações de Oxirredução e Eletroquímica, visto que o primeiro conteúdo é um pré-requisito para o segundo.

O plano de aula foi executado em três turmas de 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública. Participaram da pesquisa 105 estudantes (2º A - 33 alunos; 2º B - 39 alunos e 2º C – 33 alunos). As aulas foram gravadas e, no final de cada tópico, havia uma atividade a fim de verificar a aprendizagem dos alunos e a viabilidade de cada atividade. Foi entregue a cada aluno um termo de livre consentimento para que o responsável autorizasse a utilização dos registros escritos e dos áudios.

No presente trabalho serão analisadas apenas duas atividades, as quais constituem parte dos resultados obtidos com a execução do plano de aula, referentes ao tópico de Reações de Oxirredução (Nox), tendo como foco o resultado da segunda atividade. A primeira atividade refere-se à aula introdutória sobre a Vitamina C. Essa atividade tem como objetivo introduzir os conceitos de nox, oxidação, redução, agente oxidante, agente redutor, sem mencionar ou fazer referência ao conteúdo como sendo “Reações de Oxirredução”. Nesta aula foi entregue aos alunos dois textos. O primeiro texto refere-se a uma notícia sobre o envelhecimento da pele². O segundo texto, foi elaborado tendo como referencial o artigo “Vitamina C na

¹ FlexQuest, sua estrutura assemelha-se com às etapas da WebQuest (é uma ferramenta integrada à Web 2.0 que constitui uma metodologia de pesquisa orientada, voltada à utilização de recursos que podem estar totalmente ou parcialmente disponíveis na internet), tendo a incorporação dos mini-casos nos “Recursos” e os links nos “Processos”, os principais componentes são: Introdução; Orientações; Recursos; Processos; Tarefa; Avaliação e Conclusões. Referência: Vasconcelos, F. C. G.C; Leão, M. B. C. Utilização de Recursos Audiovisuais em uma estratégia Flexquest sobre Radioatividade. **Investigações em Ensino de Ciências**, 17(1), p. 37-58, 2012.

² http://www.senado.gov.br/senado/portaldoservidor/jornal/jornal74/nutricao_alimentosB.aspx

prevenção do envelhecimento cutâneo” e o livro Química (MORTIMER; MACHADO, 2012). Nos textos propostos haviam algumas das palavras enfatizadas anteriormente (oxidação e redutor). A ideia, então, era de que os alunos destacassem essas palavras, para que assim fosse possível discutir os conceitos e suas aplicações.

Na sequência do plano de aula, foi realizada a experiência da vitamina C, a fim de discutir os conceitos de agente redutor e agente oxidante. O objetivo; os materiais e reagentes; o procedimento e a questão seguem a seguir:

Experiência: Vitamina C como agente redutor – interação com o permanganato de potássio

Objetivo: Verificar a ação da vitamina C, como agente redutor e a variação do Nox do manganês (Mn) no permanganato de potássio.

Materiais e Reagentes: Permanganato de potássio; Limão; Comprimido de vitamina C; Três copos descartáveis de 100 mL e uma faca.

Procedimento: Prepare 200 mL (cerca de um copo) de solução de permanganato de potássio bastante diluída. Para isso, utilize alguns grãos desse sal ou 1/6 de um comprimido. Divida a solução em três copos (numere-os de 1 a 3) para que um deles contenha a solução original para ser usada como uma referência de cor (copo1). Anote suas observações. Lentamente, acrescente gotas de suco de limão ao copo 2 e anote suas observações. Agora acrescente meio comprimido de vitamina C ao copo 3. Anote suas observações.

Atividade: Tendo em vista as variações das cores no fenômeno que você observou e as informações do início dessa atividade, descreva o que ocorreu em cada caso, especificando todos os acontecimentos. (MORTIMER; MACHADO, 2012, p. 391)

Os dados obtidos com a realização das duas atividades citadas foram organizados e, posteriormente propiciaram a elaboração de categorias, utilizando os mecanismos de tratamento dos dados sugeridos na análise de conteúdo proposta por Bardin (1977).

Resultados e Discussões

Atividade 1

Na primeira aula foi entregue a cada discente uma folha xerografada, na qual continha dois textos intitolados: “Os alimentos podem ajudar a retardar o envelhecimento?” e “Vitamina C na prevenção do envelhecimento”. Os alunos deveriam realizar a leitura e destacar as palavras que não conheciam o seu significado. Contudo, a leitura dos textos foi dividida em dois momentos: i) leitura dos textos de forma individual e ii) leitura dos textos por um discente para a classe.

Após a leitura do texto, foram levantadas as palavras destacadas pelos alunos, sendo estas escritas na lousa. As palavras citadas foram: Assiduamente; Antioxidantes; Radicais livres; Hortaliças; Oxidação; Redutor; Cutâneo; Ácido ascórbico; Beta caroteno e Ligação covalente. As palavras hortaliças e ligação covalente foram mencionadas por alguns alunos do 2º A, já as palavras, cutâneo, ácido ascórbico e beta caroteno foram destacadas por alguns alunos do 2º C. Mas, as demais palavras foram destacadas em todas as salas. Posteriormente, a docente explicou o significado dessas palavras, exceto para oxidação e redutor.

Em seguida, a professora questionou se algum aluno não havia destacado a palavra oxidação, e, para eles, perguntou qual seria seu significado. Destacamos um aluno do 2º B, que disse “*Tem alguma relação com o oxigênio*”. A partir dessa resposta, a professora continuou perguntando “E redução?”, o aluno, então, respondeu: “*Tem relação com o hidrogênio*”. Já

um estudante do 2º C apresenta basicamente a mesma resposta do aluno do 2º B, porém, mesmo sem a intervenção da professora, faz uma relação entre os dois conceitos, dizendo “*Que a oxidação e redução caminham juntas*”.

Considerando o trabalho realizado por Bueso e colaboradores (1998), no qual os alunos exemplificam os conceitos de oxidação e redução com a presença do átomo do elemento químico oxigênio. Esses autores argumentam que os resultados mostraram que a maioria dos estudantes relaciona o conceito de oxidação a exemplos vinculados a “oxidação de objetos metálicos, a oxidações orgânicas ou biológicas” e a redução com “reações onde se extrai o oxigênio, obtenção do metal a partir do óxido e reduções orgânicas e biológicas” (BUESO et al, 1998, p.245 e 246).

Porém, inferimos que os dois alunos destacados em nossa análise fizeram uma associação apenas relacionando a palavra oxidação (prefixo=oxi) ao átomo do elemento químico oxigênio, sem que, de fato, se valessem de uma ideia acerca de uma transformação química na qual há uma mudança na constituição ou mesmo a formação de uma nova substância, já que na outra atividade proposta, esses mesmos alunos não utilizaram tais termos para explicar o fenômeno observado.

Entretanto, podemos considerar que o raciocínio dos alunos participantes da pesquisa tenha se aproximado do esperado, inclusive pela utilização de uma associação recorrente no ensino deste conteúdo, tendo em vista que “o termo oxidação é usado porque as primeiras reações deste tipo a ser completamente estudadas foram reações com o oxigênio” (BROWN, 2005, p.116). Além disso, em muitos casos, por exemplo, ocorre uma oxidação quando se adiciona oxigênio a uma substância, e, ao mesmo tempo, quando uma substância perde hidrogênio, há a redução. (FERNANDES, *et al.*, 2012).

Atividade 2

Após o término dessa atividade, ou seja, de destacar as palavras que os alunos não conheciam o seu significado, foi realizado o experimento “Vitamina C”, foi realizado outro experimento, intitulado “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”. Para a realização da experiência, as turmas foram divididas em grupo de 3 a 6 integrantes.

Após a realização da experiência, os alunos deveriam responder à seguinte questão: *Tendo em vista as variações das cores no fenômeno que vocês observaram, descrevam o que ocorreu em cada caso, explicando todos os acontecimentos.*

As respostas foram analisadas e agrupadas em categorias, as quais são apresentadas na Tabela 1, a seguir:

Categoria	Descrição	Porcentagem de respostas (%)
A	Relacionaram com oxidação e redução	13,6
B	Relacionaram com o pH	31,8
C	Relacionaram com reação química	31,8
D	Relacionaram com redução total e parcial	4,6
E	Relacionaram com oxidação e oxidante	4,6
F	Relacionaram com distribuição elétrons.	9,0

G	Relacionaram com a corrosão	4,6
---	-----------------------------	-----

Tabela 1: Respostas dos alunos participantes da pesquisa na explicação da experiência “Vitamina C como agente redutor - interação com o permanganato de potássio”

A partir das respostas de cada grupo, foram criadas sete categorias por semelhança de seus conteúdos. A seguir selecionamos um exemplo de cada categoria:

A: *“Há uma mudança de cor quando é adicionado meio comprimido de vitamina C, ocorreu uma oxidação e uma redução”.*

B: *“... muda de cor; foi como se cada uma tivesse um pH e ao adicionar o limão e o comprimido de vitamina C o pH do permanganato de potássio ($KMnO_4$) reagisse e mudasse de cor mudando, assim o seu pH”.*

C: *“Acrescentou o limão e tonalizou a cor de roxo para amarelo (o limão reagiu ao entrar em contato com permanganato de potássio). Acrescentou a Vitamina C, inicialmente ficou com uma cor marrom, depois de misturar por certo tempo tornou-se transparente”.*

D: *“No copo 2 ocorreu uma redução de solução parcial e no copo 3 ocorreu redução de solução total”.*

E: *“No copo 2 ocorreu um clareamento parcial, porque é ácido, já na Vitamina C o clareamento é total, porque a Vitamina C é totalmente oxidada e o permanganato é um oxidante”.*

F: *“...a água ficou amarela esverdeada. A água mudou de cor porque distribui os elétrons. Neste último processo adicionou-se a Vitamina C no permanganato fazendo a água ficar transparente, porque houve uma distribuição de elétrons”.*

G: *“No copo 2 foi adicionado o limão (ácido) que corroeu as moléculas de $KMnO_4$, deixando a solução amarelada”.*

A proposta desta atividade era justamente que os alunos fossem capazes de associar que variações das cores (mudança de cor) era ocasionada pela transferência de elétrons, por meio dos processos de oxidação e redução. Além disso, que a espécie formada em consequência desse processo depende da acidez do meio.

Inicialmente, verificamos que algumas palavras esperadas foram utilizadas por menos de um terço dos grupos. Assim, nas respostas apareceram os seguintes termos: oxidação, redução, oxidante, distribuição de elétrons, mas, como podemos perceber pelos exemplos selecionados acima, esses termos aparecem aleatoriamente, sugerindo que foram utilizados talvez pelo fato de os alunos tentarem relacionar o experimento com a discussão realizada na aula anterior.

Por outro lado, um número significativo de alunos conseguiu relacionar com o pH do meio, visto que esses alunos já haviam estudado outras transformações químicas e realizado experimentos com a utilização de indicadores de pH. Entretanto, nenhum dos grupos que propôs uma explicação utilizando as ideias sobre acidez conseguiu relacioná-las aos conceitos de oxidação ou redução.

Grande parte dos estudantes utilizou apenas a mudança de cor como evidência de uma reação química, mas sem propor uma justificativa para o fenômeno observado. Vale ressaltar que esse conteúdo foi ministrado pela docente no ano anterior, onde foram realizadas cinco atividades experimentais a fim de verificar as evidências de uma reação química. Nesse sentido, percebemos que os alunos se utilizam de experimentos realizados anteriormente para tentar elaborar uma justificativa para as observações realizadas.

Na aula posterior, quando a professora realizou a discussão da atividade experimental, percebemos que os alunos entenderam que houve transformações químicas, nas quais as substâncias se comportavam de maneiras diferentes conforme o pH. Entretanto, ficou evidente que eles não conseguiram relacionar a mudança de cores com o processo de oxidação-redução como era previsto pela realização do experimento.

Para a discussão do experimento, a docente escreveu no quadro as cores observadas pelos estudantes e na sequência explicou sobre o número de oxidação e retomou as observações da experiência, justificando que o íon Mn^{+7} pode ser reduzido com facilidade a Mn^{2+} (rosado quase incolor), passando por Mn^{6+} (verde) e Mn^{4+} (marrom-escuro), e que a espécie formada em consequência do processo de redução depende da acidez do meio de reação.

Apesar desse momento de definições e de instrução, percebemos que os alunos continuaram não compreendendo a relação entre a mudança de cor e o processo de oxidação-redução, tanto que, em uma das classes, quando a professora questiona se os alunos compreenderam, um aluno responde “*Não. Mas, se você está falando, tá correto*”. Provavelmente, os alunos foram convencidos com a explicação, ou seja, apenas concordaram.

Dessa forma, embora essa temática seja sugerida pelo livro didático para introduzir os conceitos de oxidação e redução, percebemos que a realização da atividade experimental não contribuiu para a compreensão do fenômeno. Assim, podemos dizer que a experiência é bonita, pois é interessante observar as mudanças de cores, como destaca um aluno “*o arco-íris*”. Todavia, fica evidente que só a partir da mudança de cor não é possível verificar a transferência de elétrons.

Nesse sentido, entendemos que a atividade experimental não deve ser considerada como “mágica” ou somente para falar que a aula será diferente ou que o professor não trabalha apenas com aulas expositivas. A atividade experimental, além da motivação intrínseca, precisa contribuir para a aprendizagem de forma significativa, pois o recurso visual acaba sendo lembrado com facilidade, favorecendo posteriores aprendizados. Assim, para o ensino de processos de oxidação-redução, acreditamos que essa atividade experimental precisa ser repensada.

Considerações Finais

Mediante as respostas apresentadas pelos estudantes notamos que os mesmos apresentaram dificuldades em compreender a transferência de elétrons com base na experiência realizada na segunda atividade. Deste modo, a segunda atividade se mostrou insuficiente para atingir esse objetivo, visto que os alunos não compreenderam a explicação do fenômeno observado.

Com base na elaboração e execução desse plano de aula, verificamos que alguns pontos devem ser repensados, sobretudo acerca da escolha dos experimentos, de acordo com os objetivos a serem alcançados.

Entretanto, todo esse processo reflexivo vivenciado pela professora contribuiu para sua formação da docente, a qual passou a entender mais sobre o próprio conteúdo, visto que precisou realizar novas pesquisas para resolver um problema que surgiu em sua própria prática. Assim, conheceu algumas metodologias e teve oportunidade de repensar antigas organizações de conteúdo, que habitualmente são reproduzidas sem questionamentos de um ano para outro.

Em termos de possibilidades futuras de investigação, entendemos como importantes: i) o levantamento das concepções dos alunos dos diferentes níveis de ensino acerca dessa

temática; ii) a elaboração de propostas didáticas que utilizem outras reações para além da discussão de pilhas e baterias; iii) a incorporação, nos planos de aula, de reações de oxidação-redução em diferentes momentos e contextos e iv) a aproximação entre os processos de transferência de elétrons e os fenômenos biológicos, como as sinapses ou a fotossíntese.

Agradecimentos e apoios

A UFU, à FAPEMIG, ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BOCANEGRA, C. H. Aspectos Conceituais e Epistemológicos do tema Eletroquímica nos Livros Didáticos de Química aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM (2007). 2010. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Educação) UNESP: Universidade Estadual Paulista “Júlio De Mesquita Filho. 137f.
- BROWN, T. L.; LEMAY, H.E.; BURSTEN, B. E. BURDGE, J. R. **Química: a ciência central**. 9. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005. p.116.
- BUESO, A.; FURIO,C.; MANS,C. Interpretación de las reacciones de oxidación-reducción por los estudiantes. Primeiros resultados. **In Enseñana de las Cienciais**. 6 (3), 1998, p. 244-250.
- CAMEL, N. J. C.; PACCA, J. L. A. Concepções Alternativas em Eletroquímica e Circulação da Corrente Elétrica. **Caderno. Brasileiro Ensino de Física**, 28 (1), p. 7-26, 2011.
- FERNANDES, J. C. B.; SALES, E. M.; COSTA, F. V.; FERNANDES, A. B. Experimentação no ensino de química com transferência de elétrons. In: 2 Congresso Químico do Brasil. **Anais...** Natal. p.1-5, 2012.
- MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. 1º ed. São Paulo: Scipione, 2012, v. 1(Coleção Projeto VOAZ), p. 383, 384, 391, 392 e 393.
- SANJUAN, M, E, C.; SANTOS, C. V.; MAIA, J. O.; SILVA, A. F. A; WARTHA, E. J. W. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. **Química Nova na Escola**, 31(3), p.190-197, 2009.
- SANTOS, I. G. S. A Flexquest como estratégia didática no ensino de Eletroquímica. 2012. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências) Universidade Federal Rural de Pernambuco. 138 .
- VELLECA, R. F.; IGNE, M. C. I.; LATTARI JÚNIOR, J. C.; CAMPANERUT, F. Z.; HADDAD, E. B.; ALARIO, A. F. Investigando as Concepções Alternativas dos estudantes sobre Eletroquímica. In: V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. **Anais...** Bauru. p.1-11. 2005.