

A eletroquímica de *The Breaking Bad*: uma oficina didática para o ensino de Química

Bruna Zenato Corso*

Maurícus Selvero Pazinato

Roberto Rihl Bettoni

Fernanda Miotto

Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática

Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul - RS, Brasil

*Autor correspondente: bruna.zenato@gmail.com

Recebido: 25 de Novembro de 2024

Revisado: 30 de Novembro de 2024

Aceito: 07 de Dezembro de 2024

Publicado: 15 de Janeiro de 2025

Resumo: Este artigo apresenta uma proposta de oficina didática para o ensino de eletroquímica, utilizando um trecho da série de *The Breaking Bad* como base para a contextualização do tema. A oficina é estruturada em quatro etapas: i) problematização inicial, que desperta o interesse dos alunos por meio de uma situação prática relacionada à baterias exibidas na série; ii) organização do conhecimento, onde são discutidos os conceitos fundamentais da eletroquímica, como as reações redox e a construção de uma bateria utilizando materiais do cotidiano; iii) sistematização do conhecimento, que permite avaliar a compreensão dos conceitos através de atividades experimentais e discussões em grupo; e iv) verificação da aprendizagem, por meio da avaliação formativa ao longo das etapas. O objetivo é criar um material didático-pedagógico para o ensino de eletroquímica no Ensino Médio, promovendo um aprendizado ativo e significativo. A proposta visa estimular a curiosidade, criatividade e o pensamento crítico dos alunos, estabelecendo uma conexão entre os conceitos científicos e o cotidiano dos estudantes de forma contextualizada. Essa abordagem destaca o uso de recursos audiovisuais, como ferramenta pedagógica, ampliando o interesse e a compreensão dos conceitos e tornando o aprendizado mais dinâmico e relevante.

Palavras-chave: ensino de Química, experimentação, práticas pedagógicas.

The electrochemistry of *The Breaking Bad*: a didactic workshop for teaching Chemistry

Abstract: This article presents a proposed didactic workshop for teaching electrochemistry, using a clip from the TV series *The Breaking Bad* to contextualize the topic. The workshop is structured into four stages: i) initial problematization, which engages students by presenting a practical situation related to the batteries featured in the series; ii) knowledge organization, where fundamental electrochemical concepts, such as redox reactions and the construction of batteries using everyday materials, are explored; iii) knowledge systematization, which assesses students' understanding of the concepts through experimental activities and group discussions; and iv) learning assessment, through formative evaluation conducted throughout the stages. The goal is to develop a didactic-pedagogical resource for teaching electrochemistry in high school, fostering active and meaningful learning. The proposal seeks to stimulate students' curiosity, creativity, and critical thinking, establishing a connection between scientific concepts and students' everyday experiences in a contextualized manner. This approach underscores the use of audiovisual resources as a pedagogical tool, enhancing student engagement and understanding of the concepts while making learning more dynamic and relevant.

Key-words: continuing education, active learning, Mathematics teaching, teaching knowledge.

Introdução

O estudo da eletroquímica é frequentemente visto como um obstáculo à aprendizagem de Química no Ensino Médio. Quando abordado, em sala de aula, o conceito de oxirredução

associado a potenciais, não há evidência imediata de que os estudantes compreendem adequadamente as ideias propostas para aprendizagem. Alguns estudos [1-3] relatam que a dificuldade com o conteúdo está relacionada à problemas conceituais, resultando em uma compreensão limitada.

A dificuldade relacionada a tais conceitos é amplificada pelo fato de que os alunos frequentemente não conseguem fazer analogias entre o que é ensinado na sala de aula e situações concretas ou práticas. A abstração desses fenômenos, muitas vezes descritos em termos de reações microscópicas, contrasta com a experiência macroscópica mais tangível que os estudantes estão habituados a vivenciar. Essa limitação tem suas raízes não apenas na falta de contextualização do ensino, mas também na formação docente, que muitas vezes se concentra exclusivamente na transmissão do conteúdo teórico, sem considerar as competências necessárias para vincular esse conteúdo ao contexto de vivência dos estudantes [4,5].

O caráter teórico da eletroquímica, associado a cálculos de potenciais e a estudos de processos de oxirredução, exige um nível de abstração e raciocínio que nem sempre é desenvolvido de maneira eficaz no contexto escolar [6 - 9]. Além de sua relevância para a química básica, o estudo das reações de oxirredução também tem implicações importantes na educação científica. Para superar esses desafios, reafirmamos a importância de discutir sobre as dificuldades no ensino aprendizagem de eletroquímica e a utilização de diferentes abordagens didáticas como forma de tornar o ensino da eletroquímica mais atrativo e de maior proximidade com realidade do aluno.

De acordo com as Diretrizes Curriculares Nacionais [10] para o Ensino Médio a realização de oficinas temáticas, surge como uma estratégia para superar os limites do ensino tradicional. Assim, o uso de experimentação em sala de aula contribui para uma aprendizagem significativa, conectando o novo conhecimento aos conceitos prévios presentes na estrutura cognitiva dos alunos [11]. Neste contexto, o objetivo deste trabalho é desenvolver uma oficina didática, tendo como tema central um trecho da série *The Breaking Bad*, como uma proposta alternativa para o ensino de eletroquímica.

Fundamentação teórica

As reações de oxirredução, ou redox, estão presentes em fenômenos distintos no nosso cotidiano, como na combustão, corrosão, fotossíntese e no processo de extração de metais [12]. Essas reações envolvem a transferência de elétrons entre moléculas ou átomos, de modo que uma substância perde elétrons (oxidação) e outra os ganha elétrons (redução). Essa característica comum faz com que as reações redox sejam indispensáveis tanto para a manutenção da vida quanto para diversas inovações tecnológicas.

Em toda reação redox, a oxidação e a redução ocorrem simultaneamente. Assim, a substância responsável por permitir que outra seja oxidada é denominada de agente oxidante. E por tanto, o agente redutor será aquele que promove a redução de outra substância, transferindo elétrons para ela [13].

Uma reação de oxirredução pode ser facilmente observada ao mergulhar uma placa de zinco em uma solução aquosa de sulfato de cobre. Após algum tempo, ao retirar a placa de zinco, percebe-se que a parte imersa na solução está recoberta por um material avermelhado, que é o cobre metálico. Isso indica que ocorreu uma reação de deslocamento, onde o zinco, ao ser oxidado, cede elétrons ao íon cobre (Cu^{2+}), que é reduzido a cobre metálico (Cu^0). Portanto, a reação pode ser descrita como uma troca de elétrons, com o zinco agindo como agente redutor e o cobre como agente oxidante conforme as semi-reações abaixo [14]:



Os processos eletroquímicos podem ser categorizados em duas classes principais: galvânicos e eletrolíticos. Os processos galvânicos, também conhecidos como espontâneos, ocorrem naturalmente na direção prevista pela equação da reação, sem a necessidade de uma fonte externa de energia. Por outro lado, os processos eletrolíticos são não espontâneos, ou seja, exigem a aplicação de energia externa para que a reação aconteça na direção oposta àquela indicada pela equação [12].

Os processos galvânicos ocorrem em uma célula eletroquímica, na qual estão presentes dois eletrodos — o cátodo e o ânodo — ou materiais condutores, que interagem com um eletrólito. Esses eletrodos podem estar localizados no mesmo compartimento ou, alternativamente, em compartimentos separados quando os eletrólitos utilizados são distintos. Nos casos em que os compartimentos são separados, é comum o uso de uma ponte salina, que facilita o fluxo de íons entre as duas partes da célula, ao mesmo tempo em que mantém a continuidade do circuito elétrico, permitindo a transferência de elétrons entre os eletrodos [15,16].

A teoria associada a cálculos complexos e representações simbólicas frequentemente dificulta a compreensão dos alunos, especialmente quando não há uma abordagem contextualizada que os conecte com o cotidiano ou com aplicações práticas. Diante dessas dificuldades, diversas abordagens pedagógicas têm sido propostas para melhorar o ensino de conteúdos teóricos. Dentre as estratégias destacam-se a experimentação, na construção de pilhas e a implementação de atividades lúdicas, que promovem uma aprendizagem mais significativa [17,18].

Neste artigo, utilizamos uma abordagem alternativa para problematizar os conceitos de eletroquímica, empregando uma cena do seriado *Breaking Bad*. A proposta é utilizar um recurso audiovisual como ponto de partida para despertar o interesse dos estudantes, promovendo um aprendizado mais interativo e contextualizado, que conecta os conceitos químicos com cenários do cotidiano e da cultura popular.

Metodologia

O estudo realizado teve como objeto de pesquisa o desenvolvimento de uma proposta de oficina estruturada em três

momentos pedagógicos sistematizada por Delizoicov, Angotti e Pernambuco [19]. A pesquisa é de natureza descritiva sustentando-se na abordagem histórico cultural do desenvolvimento humano de Vigotski [20]. Constituiu-se a pesquisa nas etapas: problematização inicial, como atividade de levantamento das concepções prévias, na qual os alunos assistem a uma cena do episódio nove da segunda temporada do seriado *Breaking Bad*. Em seguida, é realizado a organização do conhecimento, na qual são apresentados os conceitos fundamentais da eletroquímica, incluindo os princípios de funcionamento das pilhas, baterias, eletrodos, e reações de oxidação e redução. A terceira etapa inclui a sistematização dos conhecimentos elaborados, com a montagem de uma pilha, utilizando materiais do cotidiano, como parafusos galvanizados, fios de cobre, sal e água. Durante essa atividade, os alunos podem observar a transformação de energia química em energia elétrica ao acender um led. No decorrer das etapas são aplicadas atividades de verificação de aprendizagem, com questionários e discussões em grupo, visando avaliar a compreensão dos conceitos abordados e a capacidade dos alunos de relacionar a teoria à prática.

Desenvolvimento da oficina

A oficina tem duração de 120 minutos (Quadro 1) e está dividida em quatro etapas principais: contextualização, discussão teórica sobre os conceitos envolvidos, realização de experimentos práticos para construção da pilha, cálculo de ddp e a verificação da aprendizagem por meio da avaliação formativa ao longo das etapas.

Quadro 1. Estrutura da oficina de eletroquímica.

Etapa	Duração (min)
Contextualização a partir da cena de <i>The Breaking Bad</i>	20
Discussão teórica sobre os conceitos envolvidos	30
Realização de experimentos práticos para construção de uma pilha	40
Verificação da Aprendizagem	30

Inicialmente, os alunos serão divididos em grupos de quatro alunos e receberão um roteiro de aprendizagem (Figura 1) que servirá como guia ao longo da oficina. Cada grupo será incentivado a registrar suas anotações e reflexões à medida que percorrem as etapas da atividade, facilitando a construção do conhecimento de forma colaborativa e posterior avaliação da aprendizagem.

Em seguida, os alunos assistirão a uma cena de seis minutos da série *The Breaking Bad*, na qual o personagem principal descreve de forma improvisada como criar uma pilha usando materiais simples como moedas, peças galvanizadas, pastilhas de freio e esponjas. O objetivo é despertar o interesse dos alunos e introduzir os conceitos de pilhas, baterias, ânodos, cátodos e eletrólitos. Após a exibição, os alunos serão

convidados a registrarem suas primeiras impressões sobre o que foi visto no vídeo, destacando os elementos da eletroquímica mencionados.

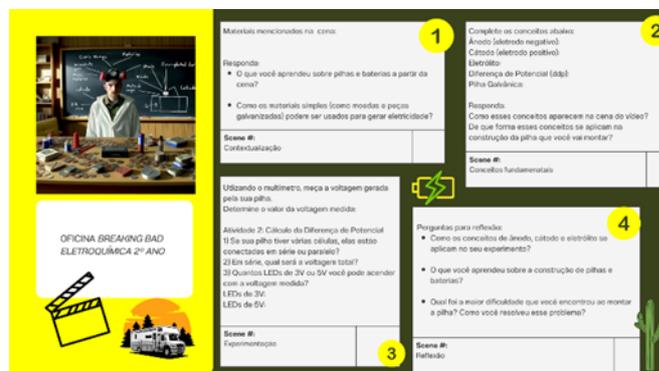


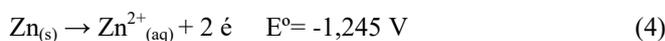
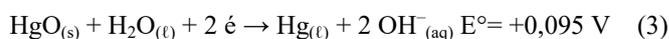
Figura 1. Roteiro de aprendizagem.

Após o vídeo, será realizada uma discussão sobre os conceitos de galvanoplastia, ânodo, cátodo, pilhas de mercúrio, ligação em série e cálculo de diferença de potencial (ddp). A relação entre os materiais mencionados na cena da série e os conceitos de Eletroquímica será discutida em cinco momentos:

1º momento: Galvanoplastia (introdução ao processo de galvanoplastia, abordando como o revestimento de metais é realizado através da deposição eletrolítica de uma camada metálica sobre a superfície de outro material. Aplicação prática desse processo, destacando o uso de óxido de mercúrio e grafite nas pastilhas de freio).

2º momento: Cátodo, Ânodo e Polos (conceitos de cátodo e ânodo, detalhando suas funções e a direção do fluxo de corrente em um circuito eletrolítico).

3º momento: Células Galvânicas e Eletrolíticas (diferenças entre células galvânicas e eletrolíticas. Abordando o funcionamento das pilhas de mercúrio apresentadas na série e a Pilha de Daniell, ilustrando os princípios de operação e como essas pilhas geram energia através de reações redox). As semi-reações apresentadas no episódio serão apresentadas para compreensão dos processos eletroquímicos:



Na próxima etapa da atividade, os alunos irão construir suas próprias pilhas, utilizando materiais de fácil acesso. Para isso, serão empregados os seguintes materiais: parafusos galvanizados, fios de cobre, solução de cloreto de sódio (60% m/v), formas de gelo, LEDs de 3V e 5V, e multímetros para medir a voltagem gerada por cada pilhas.

Cada grupo de alunos utilizará um total de dez parafusos galvanizados e pedaços de fio de cobre, cujo comprimento será o dobro do tamanho de cada parafuso. Os parafusos galvanizados funcionarão como ânodos (eletrodos negativos), enquanto o fio de cobre servirá como cátodo (eletrodo positivo). O fio de cobre será enrolado na extremidade de cada parafuso.

A seguir, os alunos deverão preencher cada compartimento de uma forma de gelo com a solução de cloreto de sódio preparada previamente. A solução de cloreto de sódio atuará como o eletrólito. Cada compartimento da forma de gelo representará uma célula eletrolítica individual, na qual ocorrerão as reações redox responsáveis pela geração de eletricidade.

Cada conjunto de parafuso galvanizado e fio de cobre, são intercalados nos compartimentos formando uma célula eletroquímica individual. Quando essas células são conectadas em série elas constituem uma bateria. Nesse arranjo, a voltagem gerada é a soma das tensões de cada célula, o que resulta em uma diferença de potencial maior, necessária para alimentar dispositivos como LEDs.

Após a montagem, um multímetro será utilizado para medir a voltagem gerada. Os alunos deverão registrar as leituras de voltagem e, com base na diferença de potencial observada, escolher a quantidade de LEDs necessários para acendê-los, utilizando LEDs de 3V e 5V, dependendo da tensão obtida.

Durante a construção da pilha, os alunos serão orientados a registrar suas observações e reflexões sobre o funcionamento da célula galvânica, além de calcular a diferença de potencial (ddp) com base nos valores fornecidos nas reações redox apresentadas anteriormente.

Após a realização das atividades práticas e discussões, os alunos serão convidados a retornar ao roteiro de aprendizagem que receberam no início da oficina. A avaliação também incluirá a capacidade dos alunos de relacionar os conceitos abordados com a cena da série *The Breaking Bad*.

Considerações finais

A proposta de oficina didática desenvolvida neste estudo permite que os alunos visualizem o funcionamento das pilhas e as reações redox, facilitando a assimilação de conceitos abstratos e sua aplicação no cotidiano. O roteiro, elaborado como um instrumento reflexivo, guia os alunos na revisão e compreensão dos conceitos fundamentais abordados, além de proporcionar uma ferramenta de autoavaliação que promove o monitoramento contínuo do seu processo de aprendizagem.

A aplicação dessa metodologia contribui para o desenvolvimento de competências cognitivas e socioemocionais dos estudantes. A partir da experimentação, os alunos são desafiados a entender a relação entre a quantidade de células em série e o aumento da ddp gerada na pilha, aprofundando seu conhecimento sobre o comportamento dos circuitos elétricos. Além disso, os estudantes são incentivados a conectar o conhecimento científico a situações reais e cotidianas, tornando o aprendizado mais aplicável.

Esse processo de ensino e aprendizagem, que envolve a problematização como um elemento central, está diretamente relacionado ao conceito de curiosidade epistemológica [21]. A curiosidade epistemológica é fundamental para transformar a curiosidade ingênua dos estudantes em uma busca ativa pelo conhecimento, impulsionando a construção de um pensamento crítico. Quando, como sugerido por Freire [22], a problematização é entendida como uma ação-reflexão, em que o

aluno não é apenas receptor, mas um agente ativo na construção de seu saber. Esse enfoque aproxima a proposta pedagógica da educação problematizadora, que visa não só a compreensão de conceitos científicos, mas a formação de cidadãos críticos e reflexivos.

Agradecimentos

Os autores agradecem os organizadores do XII SECIMSEG pelo espaço de discussão e reflexão voltados ao Ensino e à Educação e aos revisores pelas sugestões e recomendações para o aprimoramento na redação do artigo.

Referências

- [1] B. S. J. Barreto, C. M. C. P. Batista. Células eletroquímicas, cotidiano e concepções dos educandos. *Química Nova na Escola*, vol. 39, p. 1964, 2017.
- [2] M. Niaz, E. Chacon. A conceptual change teaching strategy to facilitate high school students' understanding of electrochemistry. *Journal of Science Education and Technology*, vol. 12, p. 129-134, 2003.
- [3] M. E. C. Sanjuan, C. V. Santos, J. O. Maia, A. F. A. Silva, E. J. Wartha. Maresia: Uma Proposta para o Ensino de Eletroquímica. *Química Nova na Escola*, n. 31, p. 190-197, 2009.
- [4] H. D. Barke, A. Hazari, S. Yitbarek. Misconceptions in chemistry: Addressing perceptions in chemical education. Springer Science & Business Media, 2008.
- [5] I. Finger, E. Bedin. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, vol. 2, n. 1, p. 8-24, 2019.
- [6] E. F. Mortimer, L. C. Miranda. Transformações: concepções de estudantes sobre reações químicas. *Química Nova na Escola*, vol. 2, p. 23-26, 1995.
- [7] A. da Silva Ferreira, A. M. Gonçalves, J. T. S. Salgado. Dificuldades de aprendizagem do conteúdo de eletroquímica no ensino médio. *Scientia Naturalis*, v. 3, n. 4, 2021.
- [8] T. P. Silverstein. Oxidation and reduction: too many definitions?. *Journal of Chemical Education*, v. 88, n. 3, p. 279-281, 2011.
- [9] V. A. Lima; M. E. R. Marcondes. Atividades experimentais no ensino de química: Reflexões de um grupo de professores a partir do tema Eletroquímica. *Enseñanza de las Ciencias*. In: VII Congreso, v. extra, p. 1-4, 2005.
- [10] Brasil. Ministério da Educação. Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica. Brasília: MEC, 2013.
- [11] D. P. Ausubel. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. Lisboa: Plátano, 2003.
- [12] P. Atkins, L. Jones. Princípios de química: questionando a vida moderna e o meio ambiente. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2006.

- [13] T. L. Brown, H. E. Lemay, B. E. Bursten, J. R. Burdge. Química. A Ciência Central. 9. ed. São Paulo: Ed Pearson, 2005.
- [14] F. M. Peruzzo, E. L. CANTO. Química na abordagem do cotidiano, volume 1, 4ª edição, ed moderna, São Paulo, 2006.
- [15] L. Pilla. Físico-química II: equilíbrio entre fases, soluções líquidas e eletroquímica. 2. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2010.
- [16] D. W. Ball. Físico Química. v. 1. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.
- [17] R. P. Rodrigues, F. F. A da Silva, W. R. Farias, D. M. Faria, L. M. Vieira, E. C. Resende. Pilhas e baterias: desenvolvimento de oficina temática para o ensino de eletroquímica. Experiências em Ensino de Ciências, vol.14, nº 1, 240-255, 2019.
- [18] M. V. B. da Silva, P. A. de Sousa, G. D. C. Ribeiro, J. P. D. C. Oliveira, J. S. Ortiz, M. D. S. da Silva, Metodologias Alternativas no Ensino de Química: Ensinando Eletroquímica Utilizando Materiais do Dia a Dia. Revista Processos Químicos, 18(35), 121-127. 2024.
- [19] D. Delizoicov, J. A. Angotti, M. M. C. Pernambuco. Ensino de ciências: fundamentos e métodos. São Paulo: Cortez, 2002. 364p.
- [20] L. S. Vigotski. A Formação Social da Mente. 7. ed. São Paulo: Livraria Martins Fontes Editora, 2010.
- [21] M. P. Silveira, J. Zanetic. Monteiro Lobato e Paulo Freire: problematizando O Poço do Visconde. Química Nova na Escola, v. 39, n. 1, p. 89-103, 2017.
- [22] P. Freire. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1996. Coleção leitura, 2005.