

II EVENTO INTEGRADO – PROCIEMA Educação, Ciências e Extensão: Transformando Vidas

Experimentando o ENEM: uma prática de ensino acerca da resolução de questões de eletroquímica por meio da experimentação

Igor Alves Rocha¹, Karine Alves Sepúlveda², Paula Freire Abreu³, Camila Rocha Sousa⁴, Wdson Costa Santos⁵

RESUMO

O presente trabalho relata a experiência intitulada "Experimentando o ENEM", realizada no curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia, *campus* Vitória da Conquista. A prática foi conduzida com uma turma de 3^a série do Ensino Médio de um colégio estadual, visando abordar conceitos de eletroquímica, utilizando experimentos como ferramenta de ensino. Através de atividades experimentais, os estudantes foram incentivados a resolver questões do ENEM relacionadas ao tema, promovendo uma construção de conhecimentos acerca dos conceitos de oxidação, redução e reações redox. Os resultados demonstram que a experimentação em sala de aula, quando bem conduzida e mediada, pode facilitar a superação de obstáculos epistemológicos, engajando os alunos de forma ativa e crítica, além de contextualizar o conteúdo estudado, contribuindo para uma aprendizagem significativa. A interação entre teoria e prática também destacou a relevância dos conceitos químicos no cotidiano dos alunos, favorecendo uma maior retenção do conhecimento. Ademais, o uso de práticas experimentais como recurso pedagógico revelou-se eficaz para despertar o interesse dos estudantes pela ciência, incentivando a autonomia e o pensamento crítico.

Palavras-chave: Licenciatura em Química. Ensino de química. Experimentação. Eletroquímica.

Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Mestrando pelo Programa de Pós-graduação em Ensino, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil¹. E-mail: igorocha2803@gmail.com
Instituto Federal da Bahia, Graduanda pelo curso de Licenciatura em Química, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil². E-mail: sepulvidaquimica@gmail.com
Instituto Federal da Bahia, Graduanda pelo curso de Licenciatura em Química, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil³. E-mail: paula_freire_abreu@gmail.com
Instituto Federal da Bahia, Graduanda pelo curso de Licenciatura em Química, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil⁴. E-mail: camillarsousa07@gmail.com
Instituto Federal da Bahia, Docente do curso Licenciatura em Química, Vitória da Conquista, Bahia, Brasil⁵. E-mail: wdsoncosta@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Química é uma área das Ciências da Natureza que tem sido tradicionalmente apontada por muitos estudantes como uma ciência de difícil compreensão. De fato, trata-se de uma área do conhecimento que carrega consigo certas particularidades e a depender da forma como é conduzida em sala de aula, pode vir a se tornar um obstáculo no processo de assimilação por parte dos alunos. Em concordância com esta perspectiva e pensando no trabalho docente, torna-se pertinente o uso de metodologias que possam favorecer o processo de ensino e aprendizagem da química. Uma dessas opções é através da implementação de práticas experimentais.

A experimentação passou a ocupar um papel de destaque dentro das Ciências Naturais a partir do século XVII. Através do rigor científico proposto, e baseado em concepções empíricas, a experimentação passou a ser uma prática de extrema relevância para a metodologia científica, proporcionando assim, uma ruptura com as práticas de investigação até então vigentes, que se baseavam na relação da natureza e do homem com o divino, e com o senso comum (Giordan, 1999).

No contexto do ensino de ciências, o uso da experimentação pode estimular o interesse dos estudantes e propiciar o engajamento dos mesmos em atividades posteriores, se constituindo assim, como um dos aspectos-chave para o processo de ensino e aprendizagem. “[...] à medida que se planejam experimentos com os quais é possível estreitar o elo entre motivação e aprendizagem, esperasse que o envolvimento dos alunos seja mais vívido e, com isso, acarrete evoluções em termos conceituais” (Francisco Jr.; Ferreira; Hartwig, 2008, p. 34).

Conforme descrito por Giordan (1999) as atividades experimentais podem ser trabalhadas conforme os objetivos do professor. Basicamente, elas podem ser conduzidas sob duas diferentes perspectivas: a ilustrativa e a investigativa. A primeira é geralmente mais fácil de ser conduzida e empregada para demonstrar na prática conceitos já discutidos inicialmente. A segunda é empregada anteriormente a discussão conceitual, tendo como objetivo não só a compreensão dos conceitos, mas propiciar uma problematização, visando obter informações para subsidiar uma

discussão (Giordan, 1999).

No entanto, ressalta-se que somente o uso da experimentação em aulas de Química não será suficiente para impactar positivamente os processos de ensino e aprendizagem. As atividades experimentais devem ser um alicerce, aliadas às práticas mediadoras. Assim sendo, o professor em uma atividade experimental, deve-se comportar como um mediador, coordenando e propiciando novas discussões (Andrade; Viana, 2017).

Considerando as potencialidades da experimentação no Ensino de Química, neste trabalho iremos relatar uma experiência acerca de uma prática de ensino intitulada “Experimentando o ENEM”. A ideia para a realização desta prática emergiu no âmbito do curso da disciplina de Química Analítica II do curso de Licenciatura em Química, pertencente ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Bahia (IFBA), *campus* Vitória da Conquista. Tendo em vista que, uma das atividades da disciplina consistia em uma prática de ensino, resolvemos então, realizar uma atividade experimental com uma turma de estudantes da 3ª série do Ensino Médio, de um colégio estadual situado na cidade de Vitória da Conquista-BA. O objetivo da prática foi apresentar, debater e refletir com os estudantes, sobre conceitos do conteúdo de eletroquímica, e como os quais são abordados no Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM), através da experimentação. Para isso, a atividade foi planejada, desenvolvida e ministrada por duas licenciandas em Química, sob orientação do docente responsável pelo componente curricular de Química Analítica II.

Percurso metodológico

O presente estudo, trata-se de um trabalho de natureza empírica e de abordagem qualitativa. Conforme Minayo, Deslandes e Gomes (2010) o estudo qualitativo se aprofunda no universo dos significados e se dedica à análise de fenômenos que não podem ser traduzidos em números e indicadores quantitativos.

Como já mencionado na seção anterior, nosso estudo trata-se de um relato das experiências que foram vivenciadas durante uma prática de ensino. O planejamento

para a realização da prática, se deu inicialmente através da disponibilização de um formulário de inscrição para a turma, contendo 20 vagas para a participação dos discentes na atividade. Ressalta-se que a limitação de vagas ocorreu devido ao ambiente de execução da atividade, uma vez que a mesma aconteceu no laboratório de Química Analítica do IFBA que, por questões de segurança laboratorial, consegue comportar no máximo 20 estudantes. Enfatiza-se, ainda, que a atividade ocorreu no turno oposto às aulas regulares dos estudantes, que eram no turno matutino. A participação não teve caráter obrigatório, ou seja, a não participação na prática de ensino não acarretou nenhum prejuízo ao aluno.

Posteriormente, considerando-se as particularidades do tema, analisamos questões de provas do ENEM das últimas edições e selecionamos as questões que contemplavam o conteúdo de Eletroquímica e que estivessem dentro dos últimos cinco anos de sua aplicação, ou seja, questões de Eletroquímica de provas anteriores ao ano de 2018 não foram escolhidas.

A partir das seleções mencionadas, três questões foram escolhidas para serem discutidas durante a prática. Sendo assim, cada questão foi resolvida e discutida com base na observação dos seguintes experimentos que foram realizados: A árvore de prata; placa de zinco em solução de sulfato de cobre; e placas de metais variados em solução de ácido clorídrico. Com as demais questões que foram selecionadas, criou-se um mini caderno para cada um dos estudantes, com o objetivo que os mesmos pudessem exercitar em um momento posterior, os conhecimentos construídos no final da prática. A prática de ensino teve duração de duas aulas de 50 minutos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A prática de ensino “Experimentando o ENEM” articulou o conteúdo de Eletroquímica contemplado pelo Exame Nacional do Ensino Médio e a experimentação na ciência de maneira dinâmica, na perspectiva de construir a noção de uma química que pode ser percebida na sala de aula e não apenas nas avaliações. O conteúdo das referidas questões, a fim de detalhar o relato, aqui, apresentado, pode ser

visualizado com base nos seus, respectivos, enunciados apresentados no quadro 1. Ressalta-se que o número da questão mostrado neste quadro não se refere ao mesmo número exibido na prova do ENEM, mas sim, indica a ordem que foi introduzida durante a ministração da prática.

Quadro 1: Enunciados do ENEM utilizados na prática de ensino

Ordem de apresentação das questões	Enunciado das questões
<p>Questão 1 (ENEM 2020)</p>	<p>Os tanques de armazenamento de gasolina podem, com o tempo, sofrer processos oxidativos, resultando na contaminação do combustível e do solo à sua volta. Uma forma de evitar tais problemas econômicos e ambientais é utilizar preferencialmente metais de sacrifício, protegendo os tanques de armazenamento. Suponha que seja necessário usar um metal de sacrifício em um tanque de aço (liga</p>
	<p>de ferro-carbono). Considere as semirreações de redução e seus respectivos potenciais padrão. Dos metais citados, o que garantirá proteção ao tanque de aço é o [...]</p>
<p>Questão 2 (ENEM 2021)</p>	<p>O ciclo do cobre é um experimento didático em que o cobre metálico é utilizado como reagente de partida. Após uma sequência de reações (I, II, III, IV e V), o cobre retorna ao seu estado inicial ao final do ciclo. A reação de redução do cobre ocorre na etapa [...]</p>

<p>Questão 3 (ENEM 2022)</p>	<p>A nanotecnologia é responsável pelo aprimoramento de diversos materiais, incluindo os que são impactados com a presença de poluentes e da umidade na atmosfera, causadores de corrosão. O processo de corrosão é espontâneo e provoca a deterioração de metais como o ferro, que, em presença de oxigênio e água, sofre oxidação, conforme ilustra a equação química:</p> $4 \text{Fe (s)} + 2 \text{H}_2\text{O (l)} + 3 \text{O}_2 \text{(g)} \rightarrow 2 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{H}_2\text{O (s)}$ <p>Uma forma de garantir a durabilidade da estrutura metálica e a sua resistência à umidade consiste na deposição de filmes finos nanocerâmicos à base de zircônia (ZrO_2) e alumina (Al_2O_3) sobre a superfície do objeto que se deseja proteger.</p> <p>Essa nanotecnologia aplicada na proteção contra a corrosão se baseia no(a) [...]</p>
----------------------------------	---

Fonte: autoria própria.

Inicialmente a primeira questão foi projetada na lousa do laboratório com o intuito de apresentar aos alunos as noções básicas da Eletroquímica, como os conceitos de oxidação, redução e reações redox. Conforme descrito por Skoog *et al.* (2006) as reações de oxidação-redução, também chamadas de reações redox, são reações químicas que envolvem a transferência de elétrons de uma espécie molecular ou iônica para outra. Neste tipo de reação, a espécie que perde elétrons sofre oxidação enquanto a espécie que ganha elétrons sofre redução. Ressaltamos que esta etapa inicial foi crucial, uma vez que identificamos através dos relatos dos estudantes que, apesar de estarem na 3ª série do Ensino Médio e já terem ouvido falar destes termos em algum momento, os seus significados eram desconhecidos para eles.

Neste sentido, a realização do primeiro experimento foi de suma relevância para contemplar estes conceitos, que até então eram desconhecidos pelos alunos. Este experimento é conhecido como “a árvore de prata” (Figura 1), que consiste na introdução de um fio de cobre (Cu) em formato de espiral em uma solução de nitrato de prata (AgNO_3). O que acontece neste experimento é a deposição da prata, ou seja,

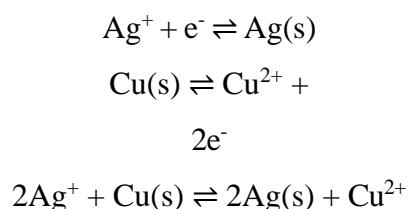
os íons de prata (Ag) presentes na solução, migram para a superfície do metal e são reduzidos. Ao mesmo tempo uma quantidade equivalente de íons de cobre presentes no fio migram para a solução e são oxidados deixando a solução com aspecto azulado.

Figura 1: Experimento “a árvore de prata”



Fonte: autoria própria.

As semirreações e a reação que representa o processo global deste experimento, Conforme descrito por Skoog *et al.* (2006, p.467), são representadas nas equações abaixo:

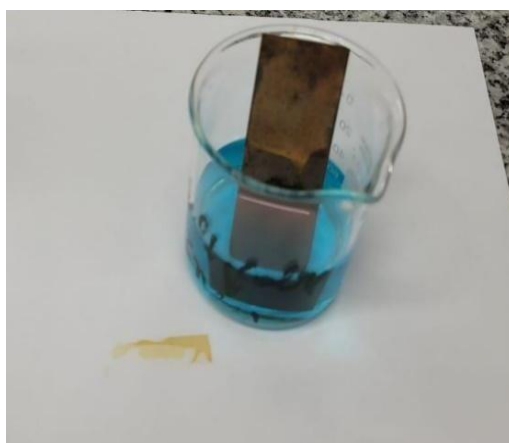


Este experimento possibilitou a introdução das noções iniciais de redução e oxidação, a discussão do conceito de número de oxidação (Nox), fazendo o estudante raciocinar que o aumento ou a diminuição do Nox está associado à oxidação ou redução das espécies. No mesmo sentido, apresentar as equações químicas neste momento foi crucial para a percepção do que aconteceu no sistema reacional, dado que a visualização minuciosa das etapas deste experimento, apesar de ser visualizado a olho nu, só é possível por meio de rearranjos microscópicos.

Até aqui, o aluno havia aprendido que o cobre oxida e a prata reduz. Porém,

com a realização do experimento 2, “placa de zinco em solução de sulfato de cobre” (Figura 2), os estudantes identificaram, de início, que a tonalidade azul da solução estava mais intensa. Esta percepção introduziu a ideia de que o cobre em solução apresenta cor escura e, dessa forma, se a intensidade da cor diminuir é em decorrência da sua deposição em alguma superfície. A construção desta noção não foi complexa. À medida em que o experimento ocorria, os alunos observaram que a placa de zinco estava adquirindo um tom acobreado, confirmando a hipótese dos estudantes.

Figura 2: Experimento da placa de zinco na solução de sulfato de cobre



Fonte: autoria própria.

Tal fato observado, evidencia as potencialidades do uso da experimentação conforme descrito por Francisco Jr., Ferreira e Hartwig (2008). Observamos na prática um significativo envolvimento dos estudantes na tentativa de justificar os fenômenos observados. Além disso foi possível observar que os conhecimentos conceituais construídos ao longo do primeiro experimento permitiram um maior engajamento dos alunos no experimento posterior.

Todavia, os estudantes encontraram um obstáculo epistemológico, o qual foi essencial para a construção de um novo conhecimento. Ao apresentar aos alunos as semirreações e a reação global dos experimentos, houve um impasse. Alguns dos questionamentos foram: Como poderia, nesta situação, o cobre reduzir se na experiência anterior ele oxida? O experimento está errado?

Esse foi o obstáculo epistemológico encontrado, pois, neste caso, houve a ideia

de que uma espécie só pode reduzir ou só pode oxidar. Para Bachelard (1996, p.17) “o ato de conhecer dá-se contra um conhecimento anterior, destruindo conhecimentos mal estabelecidos”. Para isso, na prática de ensino, utilizou-se os mesmos experimentos para a superação desses obstáculos, uma vez que foi assimilado pelos alunos, por meio da investigação feita a partir dos experimentos, que a redução ou oxidação de uma espécie ocorre a depender da outra espécie com quem está reagindo. Esta concepção foi percebida de forma efetiva ao ser apresentada aos alunos a tabela de potencial de redução.

O experimento 3 “placas de metais variados em solução de ácido clorídrico”, mostrado na figura 3, exhibe, exatamente, o que foi discutido a respeito da tabela de potencial de redução das espécies. Os testes aconteceram em quatro béqueres, nos quais continha a mesma quantidade e concentração de uma solução de ácido clorídrico. À medida que os metais magnésio, zinco, alumínio e cobre foram colocados em contato com a solução, cada um se comportou de maneira particular através da liberação de bolhas, a qual indicava maior ou menor potencial do metal de se reduzir na presença de íons hidrogênio da solução.

Figura 3: Experimento dos metais em solução de ácido clorídrico



Fonte: autoria própria.

Apresentados, então, os conceitos fundamentais do conteúdo de Eletroquímica, as ministrantes retornaram às questões do ENEM para que a resolução fosse feita em conjunto com os estudantes. Ressalta-se que durante o desenvolvimento da prática, algumas conexões sobre o cotidiano foram feitas pelos alunos, no sentido de

surgirem comentários acerca da oxidação do alumínio, percebida pela formação de uma película opaca nas panelas da cozinha de casa, da desvalorização e danificação de carros de cidades litorâneas e, até mesmo, escurecimento de bijuterias.

Em suma, com base nas observações realizadas ao longo da prática, podemos inferir que as experimentações realizadas, contribuíram para construção de um conhecimento significativo por parte dos estudantes sobre a Eletroquímica, de modo a evidenciar que é possível solucionar as questões do ENEM com o auxílio de práticas experimentais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

As práticas experimentais realizadas no ensino de Eletroquímica demonstraram a efetividade da experimentação enquanto recurso para a construção de conhecimentos significativos acerca deste conteúdo. A atividade "Experimentando o ENEM" engajou os estudantes de forma ativa e reflexiva, proporcionando uma compreensão dos conceitos abordados no Exame Nacional do Ensino Médio.

A abordagem investigativa utilizada não apenas ilustrou os conceitos, mas também estimulou os alunos a superarem obstáculos epistemológicos, como a compreensão do comportamento redox das espécies químicas, facilitando a assimilação teórica e destacando a relevância prática dos conceitos. Essa experiência confirma a importância da experimentação na metodologia de Ensino de Química, enfatizando que sua eficácia está intrinsecamente ligada à condução apropriada e à mediação ativa do professor.

Ao integrar práticas experimentais que se alinhem com os objetivos educacionais e o contexto dos alunos, é possível promover uma aprendizagem dinâmica e contextualizada, que ultrapassa a simples memorização de conteúdos, promovendo assim uma formação crítica e capaz de desenvolver competências essenciais para a autonomia intelectual e a aplicação prática do conhecimento.

Por fim, ressaltamos a relevância da realização de atividades desta natureza, tendo em vista que a mesma se configurou como um momento oportuno para os estudantes que dela participaram, uma vez que, os mesmos tiveram a oportunidade de

adentrar aos espaços de uma instituição de nível superior a qual dispõem de uma infraestrutura que na maioria das vezes não é oferecida nas instituições de ensino básico das escolas, como no caso do Laboratório de Química, que é um ambiente fundamental para o desenvolvimento da aprendizagem desta importante área.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S.; VIANA, K. S. L. Atividades experimentais no ensino da química: distanciamentos e aproximações da avaliação de quarta geração. **Ciência & Educação**, v. 23, n. 2, p. 507-522, 2017. Disponível em: http://educa.fcc.org.br/scielo.php?pid=S1516-73132017000200507&script=sci_abstract. Acesso em: 02 ago.2024

BACHELARD, Gaston. **A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Trad. Estela dos Santos Abreu. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.

ENEM 2020 – **Exame Nacional do Ensino Médio**. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação.

ENEM 2021 – **Exame Nacional do Ensino Médio**. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação.

ENEM 2022 – **Exame Nacional do Ensino Médio**. INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Ministério da Educação.

FRANCISCO Jr. W.; FERREIRA, L. H.; HARTWIG, D. R. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química nova na Escola**, v. 30, n. 4, p. 34-41, 2008. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc30/07-PEQ-4708.pdf>. Acesso em: 02 ago.2024

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química nova na escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis%20/arquivo/encontros/enpec/iienpec/Dados/trabalhos/A33.pdf>. Acesso em: 03 ago.2024

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Editora Atlas, 2017.

MINAYO, M. C. de S. & DESLANDES S. F. & GOMES R. **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. 29 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

SKOOG, A. D.; WEST, M. D.; HOLLER; CROUCH, S. R. **Fundamentos de química analítica**, 8. ed. São Paulo: Thomson, 2006.

