

A IMPORTÂNCIA DA EXPERIMENTAÇÃO PARA A COMPREENSÃO DO CONCEITO DE EQUILÍBRIO QUÍMICO

Fellipe Freire Santos de Farias (1); Ana Paula Teixeira de Oliveira (2); Everton da Paz Silva (3); Mariano Antônio da Silva (4); Karen Cacilda Weber (5)

- (1) Universidade Federal da Paraíba (UFPB), fellipefreire@hotmail.com
- (2) Universidade Federal da Paraíba (UFPB), anapaulaoliveira.quimica@gmail.com
- (3) Universidade Federal da Paraíba (UFPB), evertondapazsilva@gmail.com
- (4) Universidade Federal da Paraíba (UFPB), nanoxxz@gmail.com
- (5) Universidade Federal da Paraíba (UFPB), karen@quimica.ufpb.br

Resumo: No presente trabalho, apresentamos um relato de uma experiência vivenciada pelos bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID), do Departamento de Química da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), junto a uma escola da rede estadual da Paraíba, situada na cidade de João Pessoa. O trabalho foi desenvolvido por meio da aplicação de questionários e execução de um experimento com os alunos do 2º ano do Ensino Médio. Na literatura é encontrado um grande número de pesquisas tratando das dificuldades que os professores enfrentam ao ensinar o tema de equilíbrio químico. É relatado que boa parte dos alunos têm dificuldades em entender qualitativamente o que está acontecendo nas reações, embora sejam capazes de resolver problemas quantitativos sem as devidas explicações conceituais (MACHADO; ARAGÃO, 1996). Para a execução desse trabalho no laboratório da própria escola, foi selecionado um experimento de equilíbrio químico, usando dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) como reagentes. Os resultados, por meio de análise dos questionários e observações no laboratório, mostraram que a experimentação é uma ferramenta útil para articular o conhecimento teórico à prática e despertar o interesse científico dos estudantes.

Palavras-chave: Ensino de Química, Experimentação, Equilíbrio Químico.

Introdução

O conceito de equilíbrio químico possui uma grande riqueza e alto potencial para o ensino de química, pois explora várias vertentes do ensino dessa disciplina, tais como: reversibilidade das reações, cinética química, química orgânica e inorgânica, propriedades dos gases, etc. Habitualmente, como é observado em sala de aula ou nos livros didáticos, há uma maior ênfase nos conceitos matemáticos e/ou quantitativos desse objeto de estudo, ocasionando que no final do bimestre ou do ano letivo, o aluno é capaz de calcular uma constante de equilíbrio ou, afirmar “em que sentido a reação se desloca na formação de produtos ou de reagentes”, porém, em um estudo em nível atômico-molecular, revela uma carência de compreensão entre os alunos, o que prejudica o conhecimento sobre o estado de equilíbrio químico (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Uma maneira de ampliar a compreensão de conceitos científicos por parte dos estudantes é gerando um plano de aula sistematizado, no qual a interação dos alunos com materiais ou objetos reais é o principal objetivo, como por exemplo, o uso de experimentos como aulas (SASSERON; CARVALHO, 2016). A experimentação dá oportunidade ao aluno de uma maior percepção científica dos fenômenos químicos e físicos de uma reação ou de um acontecimento, além de

estimular o processo de ensino-aprendizagem uma vez que possibilita ao estudante preparar, presenciar ou interferir em um fenômeno químico e também motivar e fortalecer o interesse dos alunos em relação ao tema (GIORDAN, 1999). Na literatura, são comumente encontrados textos e relatos das dificuldades que os professores encontram quando o objeto de estudo é o equilíbrio químico. Boa parte dos estudantes tem uma carência nos conceitos de constante de equilíbrio e sentem dificuldades em análises qualitativas, entretanto são capazes de responder questões de caráter quantitativo sem compreender o real significado do que estão resolvendo (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

A partir destas conjecturas, o objetivo deste trabalho foi apresentar o resultado de uma pesquisa que buscou discutir, sob o ponto de vista de alguns alunos do Ensino Médio, a respeito das contribuições das aulas prático-experimentais para o processo de ensino e de aprendizagem do tema: equilíbrio químico. Analisando as respostas dos alunos, dadas a dois questionários preparados especialmente para se conhecer os aprendizados dos mesmos no tema de equilíbrio químico, pudemos observar como eles compreendem o assunto e como relacionam esse conhecimento à prática.

Metodologia

Esse trabalho possui caráter qualitativo, sem, no entanto, negligenciar o aspecto quantitativo. Neste sentido, as observações, as manifestações de conhecimento empírico e os comentários dos alunos foram instrumentos importantes durante o processo de análise e interpretação dos dados da pesquisa (MALHEIROS; ROCHA, 2011). Como também, o modo com que os alunos se comportaram no laboratório de ciências, como manusearam aparatos e vidrarias, seus comentários na hora da execução dos experimentos, além de todas as observações e pormenores essenciais para a construção desse trabalho.

Relacionado aos objetivos dessa pesquisa, ela pode ser classificada como exploratória, pois buscava conhecer como os alunos entendiam o equilíbrio químico e como aplicavam esses conhecimentos em um experimento em laboratório.

Com a finalidade de coletar os dados necessários ao desenvolvimento dos resultados e das discussões apresentadas nessa investigação, foi utilizada a técnica de pesquisa de campo (LÜDKE; ANDRÉ, 2013). Assim, alunos do ensino médio de uma escola de João Pessoa-PB foram convidados a responder dois questionários acerca do conhecimento sobre o equilíbrio químico. Um questionário prévio (Atividade 1), antes do experimento, mas depois das aulas teóricas do seguinte

tema, contendo 6 (seis) questões objetivas, onde os alunos podiam escolher somente uma resposta, e um questionário pós-experimento (Atividade 2), que continha 4 (quatro) questões, entre elas abertas e/ou subjetivas, relacionando o experimento com o tema do estudo, no caso, equilíbrio químico.

Além disso, após o final de cada etapa do procedimento experimental, os alunos foram estimulados a fazerem anotações acerca do fenômeno observado, também com base no conteúdo estudado. Suas respostas e anotações foram submetidas a uma análise, que permitiu identificar as principais percepções dos participantes sobre essa atividade didática. A análise das respostas, entretanto, exigiu um aprofundamento relativamente à natureza das ciências e o papel da experimentação, que apresentamos a seguir.

Dessa maneira, as respostas dos alunos aos questionários compuseram o aporte empírico deste trabalho, que foi diligenciado à luz do referencial teórico fundamentado em pesquisas dos principais autores da temática na literatura.

Para o desenvolvimento da etapa da pesquisa de campo, foi selecionada uma escola pública estadual de Ensino Médio na cidade de João Pessoa. A escolha dessa escola se deu, principalmente, pelo fato de o Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID) atuar junto à mesma e esta apresentar um espaço apropriado no qual funciona um laboratório de ciências. Um total de 129 (cento e vinte nove) estudantes desta escola, distribuídos por 6 (seis) turmas da segunda série do Ensino Médio, no turno da tarde, responderam ao questionário.

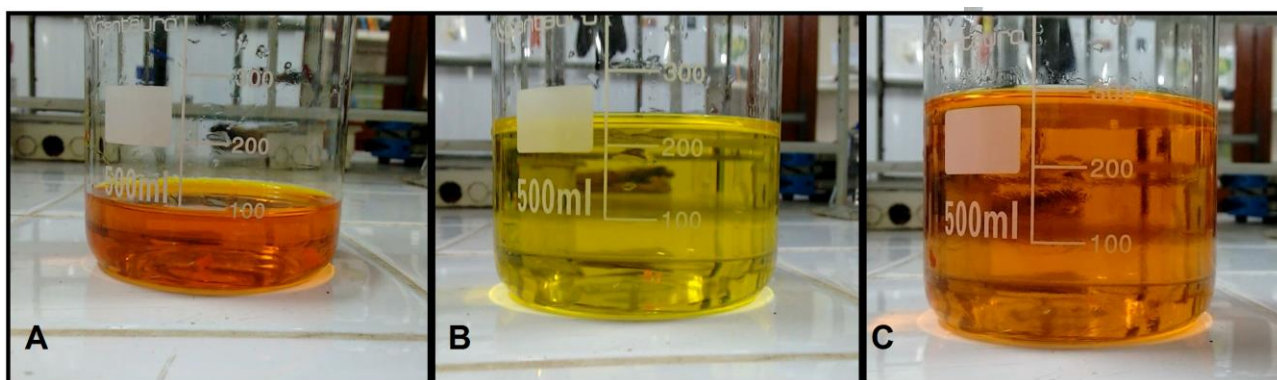
Durante a apresentação do experimento em relação à participação dos alunos, foi explicado a eles como deveriam ser as suas devidas colaborações. Então, pedimos a todos que, por vontade própria e voluntariamente, disponibilizassem um pouco de seu tempo a fim de contribuir para a nossa pesquisa. Dessa forma, conseguimos a participação de todos os alunos presentes nas turmas trabalhadas durante os dias de aplicação do questionário e do experimento.

Resultados e Discussão

Buscando fortalecer o processo ensino-aprendizagem e orientar os alunos para conceitos científicos mais embasados, antes de aplicar o questionário prévio (Atividade 1), fizemos uma breve revisão sobre equilíbrio em meio aquoso, o equilíbrio estudado no experimento de dicromato de potássio. Selecionamos duas, entre as turmas trabalhadas, a fim de avaliarmos de forma mais proveitosa o desempenho antes e pós-experimento. As questões da primeira atividade foram todas objetivas e houve 62% de acerto das respostas pelos estudantes.

O experimento escolhido possui um caráter investigativo-participativo, com um roteiro já criado, porém adaptado, devido à disponibilidade de reagentes da escola. Baseia-se em um equilíbrio cromato/dicromato, uma reação reversível e suscetível por causa do pH do meio, com uma mudança de coloração que caracteriza a reação. Quando adicionamos NaOH à solução de $K_2Cr_2O_7$, percebemos uma mudança de cor na solução, de alaranjada para amarela (figura 1B). O contrário foi observado quando adicionamos o HCl à solução de K_2CrO_4 (figura 1C). Isto aconteceu porque os íons $[CrO_4]^{2-}$ e $[Cr_2O_7]^{2-}$, quando estão em solução, estabelecem um equilíbrio químico.

Figura 1: A) Solução inicial de $K_2Cr_2O_7$; B) solução após a adição do NaOH; C) Solução (B), após a adição do HCl.



Fonte: acervo da pesquisa

Na análise do segundo questionário (Atividade 2), pós-experimento, pudemos observar uma maior compreensão dos conceitos de equilíbrio químico, pois houve um acréscimo com cerca de 22% de acertos segundo os resultados com as turmas selecionadas. Esta evolução no resultado quantitativo sobre a compreensão do tema proposto é evidenciada na análise qualitativa, referente às anotações dos alunos das duas etapas experimentais. Como na etapa I (*adição do NaOH na solução de $K_2Cr_2O_7$*), quando perguntamos o que aconteceu e pedimos para que o aluno explicasse, se possível, com base nos conhecimentos adquiridos, um dos alunos (*aluno 1*) respondeu: “Assim que colocou o hidróxido no (di)cromato, ele se torna produto, pois, a sua solução vira amarela. A solução diminui sua acidez, pois a concentração de prótons foi diminuída pela reação OH^- ”. Com isto, pudemos observar que o aluno conseguiu compreender que ao adicionar a base, ocorreu um deslocamento do equilíbrio e satisfaz de fato, o que havia sido solicitado. Este mesmo aluno ainda relata perfeitamente o ocorrido na *etapa II*: “Com a adição da solução de HCl ocorreu um aumento na acidez da solução, pois os íons H^+ , provenientes da dissociação da solução de HCl,

aumentaram a concentração da espécie H^+ na solução. Isto fez com que a sua coloração voltasse a ser laranja”.

Prosseguindo na análise das observações experimentais, pudemos notar a preocupação dos alunos em relatar de forma explícita tudo o que era realizado, pois os nomes dos reagentes não foram dados no roteiro experimental, apenas suas formulas moleculares, mas seus respectivos nomes foram anotados nos béqueres contendo as devidas soluções. Com isso, a maioria dos alunos fez as anotações nominais dos reagentes, bem como as utilizaram na descrição do experimento, como mostra o *aluno 2*: “Ao adicionar Hidróxido de sódio ao dicromato, ele virou cromato (etapa I)”; “Adicionando o ácido, ele voltou a ser dicromato de cor laranja (etapa II)”. Também pudemos observar elementos já previstos segundo Machado & Aragão (1996), onde o aluno se refere à mudança de equilíbrio e ao aumento ou diminuição da concentração de íons $[CrO_4]^{2-}$ / $[Cr_2O_7]^{2-}$, como sendo algo completo (virou/voltou) devido a sua informação de visualização experimental.

Também pudemos notar que as observações experimentais foram um fator crucial para a evolução conceitual, pois, verificamos elementos do procedimento experimental presente na resposta à atividade 2. Como na questão que pede a descrição do princípio de Le Chatelier, os fatores que influenciam no deslocamento do equilíbrio bem como o fator que influenciou no do experimento, o *aluno 3* diz: “(...) é o comportamento de sistemas em equilíbrio ao serem perturbados, nele encontramos 3 fatores, a concentração, a pressão e a temperatura. Ao adicionar a concentração de HCl, deslocamos o equilíbrio para a esquerda”. Neste caso, houve um pequeno erro conceitual que foi explicado nas aulas posteriores, pois não foi a concentração de HCl que alterou o equilíbrio, e sim a de íons H^+ presentes nesta solução.

Segundo Scafi (2010), para que os resultados sejam os mais satisfatórios possíveis, os alunos devem ser sujeitos ativos no processo de situação-problema de um experimento, participando do entendimento do problema, o que foi discutido na revisão antes de ir para o laboratório, até o ponto crucial de “fazer a prática”, para observar e tirar suas próprias conclusões, sob o viés do professor como mediador do conhecimento.

Como um dos objetivos é mostrar o quanto a química é interessante, o manuseio, uso e observação dos equipamentos, vidrarias e reagentes aumenta a curiosidade dos alunos e proporciona uma maior interação entre os discentes e a Ciência, como também um maior envolvimento durante o experimento (LIMA, ALVES, 2016). A figura 2 mostra alguns momentos durante a execução do experimento no laboratório de química da escola. Acreditamos que, além de familiarizar os alunos

com instrumentos do cotidiano de um cientista, as atividades experimentais podem servir para diminuir o abismo que muitas vezes é observado entre o dia a dia escolar dos estudantes e as questões ligadas à Ciência e à Tecnologia.

Figura 2: Alunos desenvolvendo atividades práticas no laboratório.



Fonte: acervo da pesquisa

Antes de ir para o laboratório, em conversas com os alunos, perguntamos se eles costumavam usar o laboratório de ciências da escola. A maioria dos alunos respondeu que raramente usavam o laboratório, e que o uso mais frequente acontecia quando os alunos bolsistas do PIBID aplicavam algum projeto na escola. É extremamente desanimador perceber que os professores, mesmo possuindo esse espaço e suas ferramentas, não usam de modo mais frequente. Por meio da realização de experimentos seria possível despertar a curiosidade dos alunos e, conseqüentemente, torná-los mais interessados em estudar os conteúdos de Química (RUSHTON; LOTTER; SINGER, 2011).

Nesta perspectiva, Borges (2002) corrobora e diz que, ao exercer uma função no laboratório, os alunos têm a oportunidade de interagir com os equipamentos, vidrarias, reagentes, e outros materiais com os quais eles não teriam contato em sala de aula. Entretanto, a falta de equipamentos, vidrarias e reagentes na escola muitas vezes é a realidade (CALIL, 2009), e por isso o PIBID possui

em seu acervo, uma série de kits didáticos experimentais, simples e de baixo custo, com roteiros bem elaborados e que acabam fazendo uma grande diferença para o aprendizado dos alunos (WEBER et al., 2012).

Cardoso & Colinvaux (2000) afirmam que quando o aluno é protagonista do experimento, tende a procurar por respostas com mais entusiasmo, pois pensa “esse experimento fui eu que fiz”, o que proporciona um aprendizado da química mais agradável. Além do mais, a atuação do professor junto aos alunos bolsistas do PIBID facilita o processo de mediação, onde os alunos da escola se sentem mais à vontade para conversar, discutir, criar hipóteses sobre o que está acontecendo no experimento com seus mediadores, gerando assim uma relação de maior confiança professor-bolsista-alunos.

Conclusões

A inserção de um experimento no bimestre escolar despertou nos alunos o intuito de investigar os fatos, tornando o conteúdo de equilíbrio químico significativamente mais concreto e articulado à teoria vista em sala de aula. Por ser um experimento com mudança de coloração, criou uma certa curiosidade nos alunos para entenderem o que estava acontecendo, aguçando assim o interesse para a compreensão do fenômeno.

Diante dos resultados dos questionários pré e pós-experimento, pode-se perceber que é importante que haja uma preocupação por parte dos professores de Química, em planejar atividades experimentais que oportunizem aprendizagens relacionadas às situações vivenciadas pelos estudantes e que estimulem o caráter reflexivo e interpretativo dos estudantes.

Frente ao exposto, é possível afirmar que o trabalho se mostrou relevante, pois ampliou o conhecimento dos alunos sobre um assunto com tantas dificuldades, além de inserir os estudantes no ambiente de um laboratório de ciências e fomentar o despertar da curiosidade científica.

Referências

BORGES, Antônio Tarciso. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 19, n. 3, p. 291-313, 2002.

CARDOSO, Sheila Pressentin; COLINVAUX, Dominique. Explorando a motivação para estudar química. **Química Nova**, v. 23, n. 3, p. 401-404, 2000.

CALIL, P. **O professor-pesquisador no ensino de ciências**. Curitiba: Ibpex, 2009.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, v. 10, n. 10, p. 43-49, 1999.

LIMA, José Ossian Gadelha de; ALVES, Idarlene Marcelino Rodrigues. Aulas experimentais para um Ensino de Química mais satisfatório. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, n. 1, p. 428-447, 2016.

LÜDKE, Menga; ANDRÉ, Marli Eliza Dalmazo Afonso de. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. Rio de Janeiro: EPU, 2013.

MACHADO, Andréa 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.

MALHEIROS, Bruno Taranto; ROCHA, Fábio Theoto. **Metodologia da pesquisa em educação**. Rio de Janeiro: Grupo Gen-LTC, 2011.

RUSHTON, Gregory; LOTTER, Christine; SINGER, Joshua. Chemistry teachers' emerging expertise in inquiry teaching: the effect of a professional development model on beliefs and practice. **Journal of Science Teacher Education**, v. 22, n. 1, p. 23-52, 2011.

SCAFI, Sérgio Henrique Frasson. Contextualização do ensino de química em uma escola militar. **Química Nova na Escola**, v. 32, n. 3, p. 4, 2010.

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2016.

VIEIRA, Gabriel. Equilíbrio Cromato/Dicromato. **Ponto Ciência: várias experiências, um só lugar**. 2012. Disponível em: < <http://www.pontociencia.org.br/experimentos/visualizar/equilibrio-cromato-dicromato/963>>. Acesso em: 15 ago. 2017.

WEBER, Karen Cacilda et al. Vivenciando a prática docente em Química por meio do Pibid: introdução de atividades experimentais em escolas públicas. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 8, n. 2, p. 539-559, 2012.