



Fritz Haber e o equilíbrio químico: um relato de experiência

Eduarda Boing Pinheiro^{1*}, Keysy Solange Costa Nogueira², Fernanda Luiza de Faria²

¹Discente da Universidade Federal de Santa Catarina, Curso de Licenciatura em Química, Blumenau, Santa Catarina, Brasil, ²Professora da Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Ciências Exatas e Educação, Blumenau, Santa Catarina, Brasil. *eduardaboingpinheiro@gmail.com

Recebido em: 03/08/2021

Aceito em: 09/10/2021

Publicado em: 25/10/2021

RESUMO

Este relato de experiência, apresenta os resultados de uma vivência didática na escola campo do Estágio Curricular Supervisionado (ECS), em que se propôs desenvolver o Ensino de Química por meio de uma perspectiva histórica. Sendo assim, foram implementadas aulas que envolviam os feitos do cientista Fritz Haber e o conteúdo de equilíbrio químico. No planejamento adotou-se o livro paradidático “A colher que desaparece” e como estratégias foram eleitos um vídeo e um experimento demonstrativo. Para avaliar a aprendizagem dos estudantes, foi proposto que os discentes realizassem a construção de imagens que representam o equilíbrio químico. Implementou-se as aulas em três turmas do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública, nas aulas de química, como uma atividade da disciplina de ECS. Nos resultados identificou-se que os estudantes se envolveram e apreciaram a abordagem histórica, bem como o experimento e a avaliação, visto que permaneceram atentos às explicações e demonstraram empenho no desenvolvimento das atividades. Além disso, considera-se a partir das imagens construídas pelos discentes, que eles conseguiram compreender os conceitos desenvolvidos na aula como, por exemplo, a reversibilidade das reações. Essa experiência didática inspirou a construção de um estudo de caso envolvendo a temática e a História da Ciência.

Palavras-chave: Equilíbrio químico. Estágio curricular supervisionado. História da ciência.

Fritz Haber and chemical equilibrium: an experience report

ABSTRACT

This experience report presents the results of a didactic experience in the field school of the Supervised Curriculum Internship (ECS), in which it was proposed to develop the Teaching of Chemistry through a historical perspective. Thus, classes were implemented involving the feats of scientist Fritz Haber and the content of chemical equilibrium. In the planning, the para-didactic book “The disappearing spoon” was adopted and as strategies a video and a demonstrative experiment were chosen. To assess the students' learning, it was proposed that the students performed the construction of images that represented the chemical equilibrium. Classes were implemented in three classes of the 2nd year of high school at a public school, in chemistry classes, as an activity of the ECS discipline. In the results, it was identified that the students got involved and appreciated the historical approach, as well as the experiment and evaluation, as they remained attentive to the explanations and showed commitment in the development of activities. Furthermore, it is considered from the images constructed by the students that they were able to understand the concepts developed in the class, such as the reversibility of reactions. This didactic experience inspired the construction of a case study involving the theme and the History of Science.

Keywords: Chemical equilibrium. Supervised internship. History of science.

INTRODUÇÃO

A formação de professores no Brasil passou por diversas mudanças envolvendo a estrutura dos cursos de licenciatura e os documentos oficiais que os norteiam. Essas mudanças buscam superar o hiato existente entre a teoria e a prática pedagógica, reflexo de uma formação em que era priorizada a “[...]formação teórica em detrimento da formação prática e a concepção da prática como mero espaço de aplicação de conhecimentos teóricos, sem um estatuto epistemológico próprio” (PEREIRA, 1999, p. 112).

Em consonância, uma dessas normativas desvinculou as licenciaturas dos cursos de bacharelado e instituiu o Estágio Curricular Supervisionado (ECS) (BRASIL, 2002). O ECS pode ser compreendido como um componente integrador dos cursos de licenciatura, pois possibilita ao futuro professor desenvolver o conhecimento docente, por meio da integração dos conhecimentos químicos e pedagógicos, ao realizar um planejamento, desenvolver a gestão de sala de aula, propor avaliações, entre outros aspectos (GOES et al., 2018). Para Almeida e Pimenta (2014) o ECS favorece o licenciando refletir “[...] sobre as práticas pedagógicas, trabalho docente e as práticas institucionais, situados em contextos sociais, históricos e culturais” (ALMEIDA; PIMENTA, 2014, p. 30). Destaca-se que durante o ECS o licenciando é supervisionado por um professor da educação básica e orientado por um docente da instituição de ensino superior onde cursa a graduação.

Considerando-se que o ECS é um espaço de desenvolvimento do conhecimento docente, este relato de experiência apresenta os resultados de uma sequência de aulas implementadas por uma licencianda em química da Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus* Blumenau, em suas vivências na escola campo de estágio. Destaca-se que essas aulas foram planejadas durante o ECS I e implementadas no ECS II.

O entendimento de Equilíbrio Químico é fundamental para compreender as transformações de substâncias químicas em processos biológicos, ambientais, entre outros (BERTOTTI, 2011). Contudo, o Equilíbrio Químico comumente é um tema de difícil aprendizagem para os discentes (MACHADO; ARAGÃO, 1996). Nesse sentido, uma das barreiras conceituais está relacionada à palavra “equilíbrio” ser entendida como algo estático, quando o “Equilíbrio Químico” representa justamente uma dinâmica reacional. Além disso, mesmo para os discentes que compreendem a sua dinamicidade,

permanece o entendimento equivocado de que no Equilíbrio Químico as reações nos dois sentidos são fenômenos independentes.

Inclusive, é costumeiro que os estudantes confundam a igualdade das velocidades reacionais com a constância das concentrações. No entanto, o que fica mais evidente, para as pesquisadoras (MACHADO; ARAGÃO, 1996), é que os estudantes apresentam grande dificuldade no entendimento do que seja uma reação química e de como ela acontece microscopicamente, visto que não conseguem dissociar a representação simbólica de uma equação química de sua representação macroscópica, na qual a reação ocorre na prática. Consta-se ainda que, inúmeras vezes, os estudantes são capazes de reproduzir cálculos, apesar de não compreenderem exatamente as questões conceituais envolvidas.

De fato, em muitas abordagens sobre o assunto nota-se um apego com relação à reprodução de exercícios, enquanto a parte conceitual não é desenvolvida. Por conta disso, Machado e Aragão (1996) reiteram a importância de os professores se atentarem aos questionamentos de seus estudantes e buscarem perceber suas dificuldades, sanando suas dúvidas e propiciando uma aprendizagem significativa.

Para Sabadini e Bianchi (2007), o ensino do Equilíbrio Químico por ser orientado por um viés matemático, por meio de cálculos, dificulta a aprendizagem dos discentes. Os autores descrevem que as explicações acerca das questões relacionadas ao Equilíbrio Químico geralmente são feitas com base na cinética das reações, quando para eles, seria mais adequado fazê-lo a partir de aspectos termodinâmicos, os quais permitem explorar melhor a ocorrência de reações. Sendo assim, acredita-se que os estudantes têm maior facilidade de entender os aspectos termodinâmicos, como a tendência de estabilidade dos sistemas e a conservação de energia. Dessa forma, uma abordagem do ponto de vista termodinâmico facilitaria aos estudantes compreenderem também o Equilíbrio Químico, o qual seria explicado a partir das propriedades termodinâmicas (entalpia, entropia e energia livre de Gibbs), intimamente relacionadas à constante de equilíbrio das reações.

Considerando essas dificuldades, torna-se importante propor aulas por meio de explicações mais conceituais, detalhadas e dialogadas em sala de aula. Em consonância, Beltran (2013) sugere o desenvolvimento de atividades interdisciplinares, que podem propiciar o desenvolvimento de aulas que dialoguem com outras áreas de conhecimento

e que permeiem a História e Filosofia da Ciência, possibilitando aos discentes construir um conhecimento de modo contextualizado.

Para Beltran (2013), aos poucos, a História da Ciência (HC) passou a ser discutida como um tema importante, estando presente atualmente nos currículos das disciplinas. Como destaca Matthew (1995), a HC,

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõem a ideologia científicista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEW, 1995, p. 172).

A HC permite trabalhar com a visão de cientista dos estudantes, mostrando que não é um ser isolado, solitário, em uma figura masculina, e que não comete erros. A HC possibilita vislumbrar a ciência como uma construção humana e não neutra, podendo estar intrinsecamente relacionada às questões econômicas, culturais, ambientais, religiosas, políticas, éticas e sociais.

Em pesquisa nos livros didáticos de Química aprovados no Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) de 2007, Vidal e Porto (2012) observaram que alguns aspectos históricos são trazidos nesses materiais. Entretanto, a abordagem não é feita de maneira contextualizada, mas superficialmente, destacando principalmente datas e nomes, o que não corrobora para que os estudantes compreendam a ciência e o seu desenvolvimento como um empreendimento coletivo.

Como aponta ainda Beltran (2013), quando se olha para a abordagem da HC no contexto da educação básica, tem-se a dificuldade de professores de abordar a mesma, seja pela falta de formação, ou ainda pela ausência de material didático que permite a discussão do ensino dos conceitos das ciências da natureza a partir do viés da HC. Diante disso, torna-se cada vez mais importante estudos que tragam possibilidades de abordagem da HC no âmbito das ciências da natureza no contexto da educação básica. Nesse estudo, discorreremos sobre um enfoque na HC, a partir de um debate sobre a história do cientista Fritz Haber (1868 – 1934) no contexto do ensino de química. Além de apresentarmos a aplicação de uma sequência didática, trazemos, no final deste artigo,

uma proposta de estudo de caso que envolve a mesma temática, a qual será detalhada mais à frente.

Silva e Pataca (2018) mostram que a história do cientista Fritz Haber representa uma possibilidade de abordarmos inúmeros aspectos interessantes acerca da natureza científica e da HC, ao mesmo tempo em que trabalhamos com os conceitos de Equilíbrio Químico.

Ao perceber que a reação de síntese da amônia atingia o Equilíbrio Químico, Fritz Haber desenvolveu uma metodologia e, juntamente com Carl Bosch (1874 – 1940), criou um equipamento que permitiria a produção da amônia em escala industrial. Com essa pesquisa, o cientista pôde salvar a vida de inúmeras pessoas, tendo em vista que os nitratos provenientes da amônia são os principais componentes dos fertilizantes, que tiveram grande influência no início do Século XX, quando a produção de alimentos não acompanhava o crescimento populacional (KEAN, 2011).

Kean (2011) e Silva e Pataca (2018) também descrevem que Fritz Haber foi um químico alemão que se dedicou a pesquisas para auxiliar econômica e politicamente a Alemanha. Entretanto, a atuação desse cientista é controversa. Isso porque, a partir da sua pesquisa com a amônia, ele se tornou muito conhecido, e quando eclodiu a Primeira Guerra Mundial, Fritz Haber passou a trabalhar a favor da Alemanha na produção de gases de guerra. Apesar de muitos cientistas não concordarem em utilizar seus conhecimentos para questões como essas, Fritz Haber se sentia honrado em poder defender o país. Ele foi o responsável pela produção do gás mostarda, utilizado para fins bélicos, que resultou na morte de milhares de pessoas durante a Primeira Guerra Mundial.

Ainda segundo os autores (KEAN, 2011 e SILVA; PATACA, 2018), a esposa de Fritz Haber, Clara Immerwahr (1870 – 1915), também foi uma cientista de destaque, sendo, inclusive, a primeira mulher a obter o título de doutora em sua cidade. Todavia, ela não pôde seguir com suas pesquisas depois de casar-se, visto que o marido não a apoiava. Ainda assim, Clara sempre auxiliou o marido em suas próprias pesquisas, principalmente na tradução de trabalhos. Ao descobrir sobre os gases de guerra produzidos por Fritz Haber, Clara pediu para que ele parasse com a pesquisa. Ele não a ouviu, o que pode a ter levado a cometer o suicídio.

METODOLOGIA

Este trabalho figura como um relato de experiência, sobre aulas implementadas na escola campo, como uma das atividades realizadas durante um dos estágios do curso de Licenciatura em Química da Universidade Federal de Santa Catarina, *Campus Blumenau*. As aulas foram desenvolvidas a fim de possibilitar aos estudantes refletirem acerca do que é a Ciência e dos aspectos que a envolvem. Na proposição do plano de aula, almejou-se desenvolver atividades que se distanciassem da resolução de exercícios e que não estivessem contextualizadas. O assunto trabalhado foi o de Equilíbrio Químico, sugerido pela professora supervisora do estágio, visto que seria um dos conteúdos trabalhados durante o semestre. Organizou-se as aulas em 2 h/aula para cada 2º ano do Ensino Médio acompanhado pela licencianda em química durante o ECS, completando, então, 6 h/aula de regências.

Considerou-se que a história do cientista Fritz Haber poderia nortear o planejamento da aula sobre o tema Equilíbrio Químico de modo a possibilitar discussões sobre a ética na Ciência, em virtude da participação de Haber na Primeira Guerra Mundial. Sendo assim, iniciou-se a aula com um vídeo (CCEAD PUC-RIO, 2010), que mostra resumidamente os feitos de Haber que seriam discutidos durante a regência. Destaca-se que a adoção dos vídeos pode oportunizar o despertar da curiosidade, a introdução de conceitos novos, a motivação para os temas, entre outros (ARROIO; GIORDAN, 2006). Conforme a classificação dos autores, pode-se caracterizar o vídeo adotado no planejamento da aula como um vídeo-motivador, pois havia a intenção de despertar o interesse dos estudantes acerca do tema, que seria discutido posteriormente.

Na elaboração da aula, adotou-se o livro paradidático “A colher que desaparece”, para fundamentar discussões a serem propostas durante a aula sobre Haber e o desenvolvimento do equipamento que permitiu a síntese da amônia em escala industrial. Na sequência, abordou-se a reversibilidade das reações (conhecimento prévio importante para o entendimento acerca do Equilíbrio Químico) e aprofundou-se o conceito de Equilíbrio Químico, incluindo todas as suas características, exemplos no cotidiano e os gráficos que o representam. Posteriormente, problematizou-se a atuação de Haber na Primeira Guerra Mundial, por meio da discussão da não neutralidade científica e da natureza do conhecimento científico. Além disso, trouxe-se questões

relacionadas aos aspectos sociais, políticos, econômicos e éticos envolvidos naquele contexto histórico.

No final da implementação da proposta de ensino, foi realizada uma atividade avaliativa em que os estudantes, em grupos, realizaram a ilustração de uma reação em Equilíbrio Químico. Nessa atividade, era fundamental que os estudantes propusessem a construção de uma imagem com moléculas (que poderiam ser desenhadas como esferas, conforme o modelo atômico de Dalton) em um recipiente, evidenciando reagentes e produtos em um mesmo ambiente reacional, sempre reagindo, ou seja, reagentes formando produtos e produtos formando reagentes a todo o tempo, visto que a reação não é estática, pois está em Equilíbrio Químico. Para Gibin e Ferreira (2013), as imagens podem facilitar a aprendizagem por apresentarem um caráter intuitivo maior do que o texto, podendo ser utilizadas para explicar um pouco acerca da realidade científica. Essa atividade tinha por objetivo levar os estudantes a representarem o comportamento reacional no nível microscópico, principalmente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando-se as dificuldades de aprendizagem dos estudantes com o tema de Equilíbrio Químico, organizou-se as aulas detalhando-se gráficos e explicações sobre a ocorrência e o funcionamento das reações, quando em equilíbrio, bem como buscou-se explorar o nível microscópico do equilíbrio químico.

Contudo, evidenciou-se que os estudantes não compreendiam alguns conceitos fundamentais da química, necessários para o entendimento dos conceitos sobre Equilíbrio Químico. Nesse sentido, dentre as dificuldades identificadas no momento da regência, pode-se destacar as relacionadas à ocorrência das reações, pois apesar de compreenderem que os reagentes são escritos antes da seta da equação e os produtos, depois, os estudantes não entendiam, além da simbologia, o que é uma reação química. De modo semelhante, em um trabalho desenvolvido por Meneses e Nuñez (2018), identificou-se que os discentes têm dificuldades em compreender a reação química como um sistema complexo e em reconhecerem os parâmetros que a identificam. Além disso, durante a aula, eles demonstraram também não conseguirem diferenciar fenômenos físicos (utilizados para alguns exemplos) dos fenômenos químicos.

Outra dificuldade conceitual identificada no início da aula, emergiu em uma das turmas do 2º ano em que a regência foi desenvolvida e envolveu a interpretação de

gráficos (concentração *versus* tempo e velocidade *versus* tempo). Lima e Queiroz (2019) descrevem acerca da importância de considerar-se o letramento gráfico dos estudantes, posto que é generalizada a dificuldade no seu uso e interpretação. Por isso, com o advento da tecnologia e da Ciência, é essencial que os professores estejam aptos a orientar seus estudantes durante a leitura, interpretação e avaliação de gráficos.

Em outra turma, entretanto, era notório que os discentes apresentavam conhecimentos prévios em química, que possibilitaram desenvolver o conteúdo de Equilíbrio Químico sem precisar realizar uma revisão, o que talvez tenha resultado em sua participação nas aulas, mesmo que timidamente. Todavia, é preciso levar em conta que os estudantes não são questionados nas aulas de Química, então quando o são, não sabem que toda a resposta é válida, e têm medo de errar. É interessante perceber, ainda, as diferenças entre as turmas com relação às suas formas de interação durante as aulas.

A aula iniciou-se com a exibição do vídeo e na sequência os estudantes foram questionados sobre o que haviam compreendido do material exibido e quais eram as suas percepções acerca da história do cientista Fritz Haber. Infelizmente, em nenhuma das salas os estudantes responderam ao questionamento. Dessa forma, considerou-se coerente problematizar o vídeo por meio da exposição de ideias associadas às controversas de Fritz Haber que ao propor a síntese da amônia, possibilitou o aumento da produção de alimento, mas também a adoção da amônia para fins bélicos. Por meio dessa problematização, discutiu-se questões éticas atreladas ao desenvolvimento da Ciência, o que pode contribuir para o desenvolvimento da criticidade dos estudantes.

Inferiu-se que a falta de interesse dos estudantes em dialogar sobre o vídeo pode ser reflexo das aulas da professora supervisora, que comumente não os integrava nas aulas de química, ou ainda, pelo vídeo não ter despertado as suas curiosidades.

Destaca-se que enquanto eram expostos os feitos de Fritz Haber, evidenciou-se as contradições vividas pelo cientista. Neste contexto, salientou-se a participação de Haber no desenvolvimento de um equipamento que permitiu a produção de amônia em escala industrial, fundamental para a produção de fertilizantes. Em contrapartida, problematizou-se o fato de o cientista ter desenvolvido o gás mostarda, responsável pela morte de milhares de pessoas.

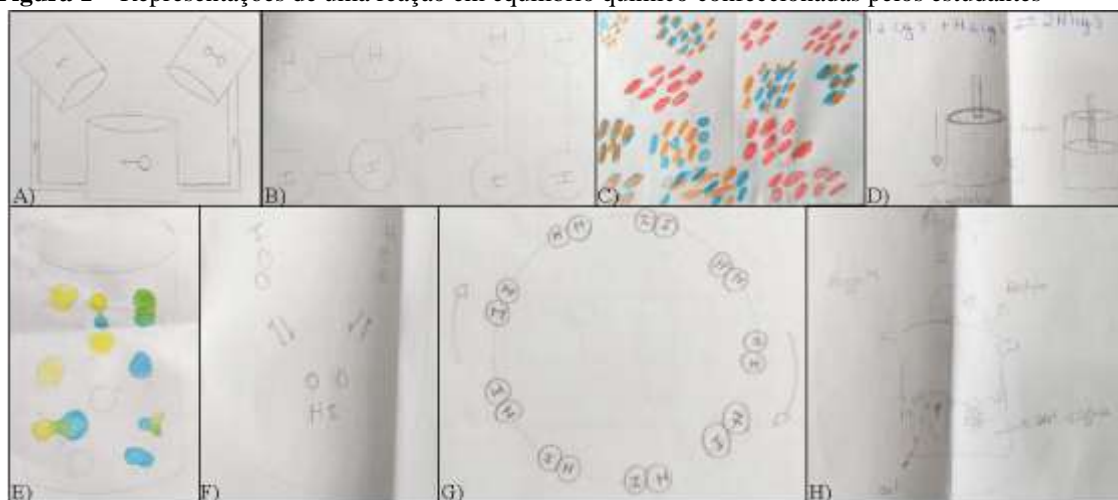
Em relação à sua participação na Primeira Guerra Mundial, trabalhou-se com as questões éticas que interferiram no fazer científico do cientista e, por isso, a todo o momento, tentou-se evidenciar os aspectos da não neutralidade da Ciência. Além disso,

buscou-se mostrar que Haber foi um cientista, que não produziu conhecimento sozinho, mas em colaboração com Carl Bosch, com sua mulher, entre outros, que o auxiliaram em sua pesquisa, além de cientistas que anteriormente produziram conhecimento sobre os temas estudados por Haber.

Nessa perspectiva, destacou-se que a Ciência é realizada por muitos indivíduos e em grupos. Entretanto, quando se falou sobre Clara (esposa do cientista), os estudantes esboçaram diversas reações. Isso é interessante, pois revelou que os estudantes estavam atentos a comportamentos machistas, comumente presenciados na sociedade contemporânea.

Na segunda aula, a licencianda em química convidou os estudantes a realizarem a atividade avaliativa, que consistiu na construção, em grupo, de uma imagem que representasse uma reação em equilíbrio químico. Essa atividade avaliativa foi aplicada em duas turmas, e os resultados foram organizados na Figura 1. Nessa atividade, buscou-se identificar o entendimento dos estudantes sobre o Equilíbrio Químico.

Figura 1 – Representações de uma reação em equilíbrio químico confeccionadas pelos estudantes



(Fonte: Produzido pelas autoras)

Observando-se a Figura 1 percebe-se que os estudantes tiveram dificuldade para proporem uma representação de uma reação em equilíbrio químico. Sendo assim, na figura 1.A), 1.D) e 1.H) infere-se que os discentes entenderam o Equilíbrio Químico como um sistema estático que acontece em um recipiente fechado, contendo concentrações constantes, entre outros. Nessa perspectiva, para Bertotti (2011) a

percepção do equilíbrio químico como um sistema estático comumente acontece por conta de os estudantes buscarem analogias com situações do cotidiano e por não diferenciarem o equilíbrio físico do equilíbrio químico.

Por outro lado, na Figura 1.A) tem-se a um caso em que há o entendimento sobre as reações, visto que mostra a mistura de alguns componentes, que formam outro, mas os estudantes não entendem que, no recipiente final, haverá a mistura de reagentes e produtos, pois é uma reação em equilíbrio. Em uma das representações propostas pelos estudantes, mais especificamente na figura 1.D, eles trouxeram aspectos da cinética química, como temperatura e pressão, o que talvez reflita no entendimento equivocado de que seria possível alterar a pressão ou a temperatura de um dos recipientes (ARAGÃO; MACHADO, 1996). Além disso, as representações dos estudantes organizadas nas Figuras 1.B), 1.F) e 1.G) sugerem que suas dificuldades conceituais permeiam, principalmente, o nível microscópico, ou seja, o entendimento do comportamento das moléculas durante uma reação. Na maioria das representações construídas pelos discentes, evidenciam-se as setas que indicam a reversibilidade do Equilíbrio Químico, tendo em vista reagentes e produtos.

Na análise das Figuras 1.C), 1.D) e 1.H) identificou-se que os estudantes têm dificuldades em compreender como se dá a ocorrência de reações químicas. Destaca-se que nessas representações os estudantes não conseguem demonstrar os conhecimentos de equilíbrio, nem de reações, como se observa na Figura 1.D), em que eles abordam questões de pressão e temperatura, mas não explicitam a ocorrência da reação.

Outra dificuldade conceitual identificada foi na Figura 1.H), em virtude de os estudantes terem representado que há uma divisão do meio reacional em uma reação em equilíbrio químico. Sendo assim, infere-se que os estudantes compreendem equivocadamente que os reagentes ficam em um recipiente, e os produtos em outro, não compreendendo que as reações envolvem justamente a transformação dos reagentes em produtos, em um único recipiente. A Figura 1.C) não mostra exatamente a reação, mas a transformação de reagentes em produtos, que voltam a formar reagentes, e assim por diante, o que denota que os estudantes compreenderam a reversibilidade das reações, mas tiveram dificuldades em representarem os processos reacionais da reação em equilíbrio químico.

A última representação a ser esmiuçada é a Figura 1.E), que não foi finalizada pelo grupo que a propôs, mas que chegou mais próxima de uma representação

microscópica de uma reação em equilíbrio, pois caracterizou que em um mesmo recipiente, permanecem moléculas de reagentes, que constantemente se transformam em produtos, e vice-versa.

De acordo com o exposto, infere-se que o uso das imagens, defendido por Gibin e Ferreira (2013), auxiliou os estudantes a pensarem além do que visualizam macroscopicamente em uma reação de equilíbrio químico, ou seja, a vislumbrarem o que acontece microscopicamente quando as reações atingem o Equilíbrio Químico. A partir dessa atividade foi possível compreender alguns conceitos que se mantiveram incompreendidos pelos estudantes, que podem ser mais explorados em outras aulas a serem implementadas pela licencianda sobre o conteúdo de equilíbrio químico. Além disso, ainda que a atividade não fosse compor a nota da disciplina, os estudantes a desenvolveram com empenho.

Entende-se que a avaliação eleita nessa intervenção didática esteve em consonância com a avaliação sugerida por Carminatti e Borges (2012), pois não estimulou a classificação dos estudantes em notas e não abordou inúmeros exercícios que podem ser resolvidos por memorização, ainda que nem sempre exijam um entendimento acerca do assunto.

Ainda assim, quando se ministra algumas aulas, é fundamental que sejam avaliados todos os seus aspectos. Isso quer dizer que, ao se realizar uma discussão histórica, é fundamental avaliar se os estudantes apreenderam também os conceitos e sua relação com os aspectos históricos, mas essa avaliação não foi realizada. Por fim, todos os desenhos foram discutidos, a fim de se evidenciar alguns conceitos equivocados dos estudantes sobre equilíbrio químico e que foram identificados pela licencianda em química.

Posteriormente, foi realizado um experimento demonstrativo na classe, em que se misturou duas soluções aquosas, uma de glicose e outra de hidróxido de sódio, e adicionou-se azul de metileno à mistura final. A mistura varia sua coloração conforme é agitada, devido à reação em equilíbrio químico que estabelece com o oxigênio presente no ar.

Considerou-se que o experimento foi importante para que os discentes percebessem a reação ocorrendo macroscopicamente, até que atingisse o equilíbrio químico, quando mudou de cor, passando de azul para transparente. Entretanto, considera-se que seria necessário um tempo maior para a realização e discussão do

experimento, para que a futura professora de química pudesse contextualizar e problematizar, mas principalmente, para que os discentes pudessem propor uma explicação para a reação observada. Além disso, o experimento poderia ter sido adotado com uma abordagem investigativa, antes de o conteúdo ter sido desenvolvido.

Após a aplicação da sequência didática, o estudo inspirou as autoras na produção de um estudo de caso envolvendo as controvérsias científicas de Fritz Haber, o Ensino da Química e a HC, bem como uma possível resolução como fonte de consulta para o professor.

No estudo de caso a contradição dos feitos científicos de Fritz Haber é deixada bastante evidente. O caso inicia realizando uma síntese da história do cientista e de seus feitos, em seguida, os estudantes são convidados a solucionar três questionamentos, supondo que tenham sido contratados para trabalhar no grupo de pesquisa de Fritz Haber: 1) identificar as curvas de um gráfico relativo ao equilíbrio químico atingido durante a síntese da amônia, justificando quais se referem aos reagentes (diferenciando-os) e aos produtos da reação; 2) produzir um manual de instrução sobre o funcionamento do equipamento desenvolvido por Fritz Haber e Carl Bosch; e 3) escrever uma carta direcionada a Fritz Haber desejando-lhe os pêsames pela perda da mulher e expondo argumentos a fim de convencê-lo a deixar a pesquisa relacionada ao desenvolvimento dos gases de guerra.

Conjuntamente ao Estudo de Caso foi também construída uma possível resolução para o caso, para que fosse disponibilizada como material de apoio ao professor da Educação Básica, caso queira adotar essa estratégia em suas aulas. O estudo de caso pode ser acessado pelo link: <https://drive.google.com/file/d/1ovIKVYgCtGnvxkn114HLoY8jCH8PW-qW/view>.

Tomamos o cuidado de, na resolução, trazer discussões que permeavam o conhecimento químico, como a discussão de conceitos de reação química, equilíbrio químico, dentre outros, além de um enfoque para discussões em torno do contexto histórico que permeou a vida de Fritz Haber, os aspectos éticos, sociais, econômicos, culturais, dentre outros que envolvem a HC. A resolução do caso está disponível no link: <https://drive.google.com/file/d/1Mfuu3d6XKIDZaskZp75Xu6e4XokLfigK/view>.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Compreendendo as dificuldades encontradas por professores para ensinarem, e pelos estudantes para entenderem o conteúdo de Equilíbrio Químico, e reconhecendo que o trabalho a partir da História da Ciência é fundamental para a compreensão de como se dá o fazer científico, planejou-se aulas que pudessem explicar os conceitos principais de Equilíbrio Químico. A aula foi desenvolvida permeando a história do químico alemão Fritz Haber.

A partir das pesquisas desenvolvidas pelos cientistas, foi possível problematizar questões relacionadas à Ciência, a saber: a não neutralidade, o trabalho coletivo e não individual, o machismo, a participação das mulheres na Ciência, entre outros. Apesar de os estudantes compartilharem timidamente seus pensamentos na maior parte da aula, demonstraram estar atentos às atividades desenvolvidas na regência.

Diante da atividade na escola e da produção do estudo de caso, é possível problematizar que o fazer científico é influenciado por fatores humanos, sociais, históricos, culturais, políticos, econômicos, entre outros, desviando-se da abordagem comum nas escolas, em que se trabalha com as ciências da natureza a partir de verdades absolutas e de cientistas homens, brancos e europeus. Assim, estudar mais sobre a história da ciência, principalmente intencionando construir conhecimentos com os estudantes permite considerar um futuro fazer docente mais humano, ético e coerente.

Em relação às explicações acerca do Equilíbrio Químico, abordou-se as características principais das reações em equilíbrio, que é a reversibilidade, a igualdade entre as velocidades da reação (direta e inversa) e a constância das concentrações. Foram trabalhados diversos exemplos de equilíbrio químico conectado ao cotidiano dos estudantes. Além disso, buscou-se durante a aula trabalhar com gráficos de Equilíbrio Químico, de concentração *versus* tempo e de velocidade *versus* tempo.

Foram, ainda, exploradas diversas estratégias, para que o maior número de estudantes fosse integrado na aula, dentre as quais destacam-se o vídeo, a construção de imagens e o experimento. O vídeo não gerou muitas discussões, e os estudantes pareciam alheios durante a sua exibição. Nesse sentido, infere-se que ele talvez tenha sido longo e desinteressante para os discentes. Para uma possível reimplantação dessas aulas, sugere-se que seja importante trabalhar com os discentes a leitura do capítulo do livro paradidático “A colher que desaparece”, que conta boa parte da

história de Fritz Haber, ou selecionar cenas mais curtas do vídeo trabalhado, ou até de outros vídeos que estão disponíveis no YouTube.

Entretanto, denota-se a partir da vivência no estágio, que os discentes apreciaram a atividade de produção de uma imagem, porque os fez pensar de maneira diferente. Além disso, os discentes demonstraram estar atentos ao experimento realizado.

A realização de regências durante os Estágios Supervisionados pode ser considerada como a atividade mais significativa para os licenciandos, visto que possibilita superar o hiato entre a formação e a prática profissional. A partir dessa experiência, pôde-se vivenciar mais de perto as dificuldades enfrentadas por docentes e discentes em sua vida estudantil, e empreender tentativas de minimizá-las, durante o estágio, e também quando se assumir a posição de professores.

Por fim, destaca-se que estar em sala de aula é um momento importante, porque é a hora em que o futuro docente pode acessar os conhecimentos docentes construídos ao longo da graduação, para elaborar as aulas e avaliar as regências implementadas. Dentre tudo o que foi realizado, o mais significativo foi perceber que, ainda que não seja generalizado, é possível congrega a maior parte dos estudantes nas aulas de Química, em virtude do planejamento realizado e idealizado para aquele contexto escolar. Difícil é, no entanto, ter tempo para isso na rotina de um professor, que ocupa um espaço de desprestígio social e econômico, como nos é conhecido.

AGRADECIMENTOS

Aos estudantes da Educação Básica que participaram, amavelmente, dessa sequência de aulas e à professora supervisora pelo espaço concedido.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, M. I.; PIMENTA, S. G. (Orgs.). **Estágios supervisionados na formação docente: educação básica e educação de jovens e adultos**. São Paulo: Cortez, 2014.

ARROIO, A.; GIORDAN, M. O Vídeo Educativo: Aspectos da Organização do Ensino. **Química Nova na Escola**. n. 24, p. 8-11, 2006.

BELTRAN, M. H. R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, v. 1, n. 2, p. 67-77, 2013.

BERTOTTI, M. Dificuldades conceituais no aprendizado de equilíbrios químicos envolvendo reações ácido-base. **Química Nova**, v. 34, n.10, p.1836-1839, 2011.

BRASIL. Resolução CNE/CP1, de 18 de fevereiro de 2002. Institui Diretrizes Curriculares Nacionais, para a formação de professores de Educação Básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena. **Diário Oficial da União**, Brasília, 9 de abril de 2002. Seção 1, p. 31.

CARMINATTI, S. S. H.; BORGES, M. K. Perspectivas da avaliação da aprendizagem na contemporaneidade. **Estudos em Avaliação Educacional**, v. 23, n. 52, p. 160-178, 2012.

CCEAD PUC-RIO. **Tudo se transforma, Reações Químicas, Fritz Haber e a síntese da amônia**. Youtube, 27 out. 2010. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=pgt5Az5fnuE&>. Acesso em: 20 set. 2021.

GIBIN, G. B.; FERREIRA, L. H. Avaliação dos Estudantes sobre o Uso de Imagens como Recurso Auxiliar no Ensino de Conceitos Químicos. **Química Nova na Escola**, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GOES, L. F.; NOGUEIRA, K. S. C.; FERNANDEZ, C. A importância dos estágios supervisionados no desenvolvimento do conhecimento pedagógico do conteúdo. **Olhar de Professor**, v. 21, p. 326-335, 2018.

KEAN, S. **A colher que desaparece**. 1. ed. Rio de Janeiro: Editora Zahar, 2011.

LIMA, M. S. de.; QUEIROZ, S. L. Letramento Gráfico: Perspectivas Presentes nos PCNEM e Ações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 41, n. 3, p. 300-313, 2019.

MACHADO, A. H.; ARAGÃO, R. M. R. de. Como os estudantes concebem o estado de equilíbrio químico. **Química Nova na Escola**, n. 4, p.18-20, 1996.

MANUAL DO MUNDO. **A água furiosa (Experiência de Química) – SuperQUÍMICA**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=Ova3iLyIMcY>>. Acesso em: 11 fev. 2020.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214,1995.

MENESES, F. M. G. de; NUÑEZ, I. B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência e Educação**, v. 24, n. 1, p. 175-190, 2018.

PEREIRA, J. E. D. As licenciaturas e as novas políticas educacionais para a formação docente. **Educação e Sociedade**, v. 20, n. 68, p. 109-125, 1999.

SABADINI, E.; BIANCHI, J. C. de A. Ensino do Conceito de Equilíbrio Químico: Uma Breve Reflexão. **Química Nova na Escola**, n. 25, p. 10-13, 2007.

SILVA, A. N.; PATACA, E. M. O Ensino de Equilíbrio Químico a partir dos trabalhos do cientista alemão Fritz Haber na síntese da amônia e no programa de armas químicas durante a Primeira Guerra Mundial. **Química Nova na Escola**, v. 40, n. 1, p. 33-43, 2018.

VIDAL, P. H. O.; PORTO, P. A. A História da Ciência nos Livros Didáticos de Química do PNLEM 2007. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 2, p. 291-308, 2012.