

O Equilíbrio Químico na Primeira Guerra Mundial: analisando o desenvolvimento e os resultados de uma Sequência Didática proposta no Estágio Supervisionado

Patricia Vecchio Guarnieri* (PG)¹, Mariana Moraes Góes (IC)², Enio de Lorena Stanzani (PG)¹, Sandra Regina Teodoro Gatti (PQ)¹. patyvecchio@gmail.com

¹ Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência. Faculdade de Ciências – UNESP – Bauru. Av. Eng. Luiz Edmundo Carrijo Coube, 14-01, Bairro Vargem Limpa – Bauru, São Paulo.

² Universidade Estadual de Londrina. Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445, Km 380, Campus Universitário – Londrina, PR.

Palavras Chave: três momentos pedagógicos, equilíbrio químico, primeira guerra mundial.

RESUMO: Este trabalho é referente a uma Sequência Didática (SD) fundamentada nos Três Momentos Pedagógicos, contemplando o conteúdo de Equilíbrio Químico por meio do tema 'Primeira Guerra Mundial' (PGM). Tem como objetivo descrever e analisar os resultados da SD em questão, proposta na disciplina de Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado IV do curso de Química-Licenciatura da UEL. Iniciou-se com uma discussão, por meio da qual buscou-se construir uma linha do tempo, identificando os pontos mais importantes da PGM e discutindo sua influência na química. Em seguida trabalhou-se um texto sobre a síntese da amônia e propôs-se uma situação problema. Posteriormente, foram trabalhados outros textos e realizada a sistematização dos conceitos. Para finalizar, desenvolveu-se uma atividade sobre o tema saúde bucal. Houve participação dos estudantes, os quais demonstraram interesse pelo tema. A utilização da dinâmica, vinculada aos diversos recursos propostos trouxeram resultados positivos.

INTRODUÇÃO

O processo de ensino e aprendizagem tem sido historicamente caracterizado de diferentes formas, que vão desde a ênfase no papel do professor como transmissor de conhecimento, até as concepções atuais que destacam o papel do aprendiz. Nesse contexto, o professor tem a necessidade de buscar o aperfeiçoamento de sua prática, com o uso de diferentes metodologias de ensino e de recursos que não se restrinjam somente ao livro didático e às publicações impressas, além de rever o papel que desempenha no processo de aprendizagem dos estudantes (GÓES, 2015).

Com isso, o curso de Química-Licenciatura da Universidade Estadual de Londrina (UEL) contempla em sua grade curricular a disciplina Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado IV, a qual tem por objetivo a elaboração e o desenvolvimento de aulas experimentais e teóricas utilizando metodologias diferenciadas para estudantes do Ensino Médio. O objetivo é dar aos licenciandos condições para identificar problemas a partir de suas observações. Estes devem levar em conta os conhecimentos prévios dos estudantes, levantar hipóteses, testá-las, refutá-las e abandoná-las quando necessário, de forma a possibilitar uma aprendizagem significativa, e ter um contato com a escola, aproximando-o da realidade escolar, para que este vivencie situações que contribuam e auxiliem em sua formação inicial (STANZANI, 2012).

Na busca por atingir os objetivos da disciplina, propõe-se aos licenciandos o desenvolvimento de duas sequências didáticas (SD) ao longo do ano, sendo essas definidas como um conjunto de atividades interligadas, planejadas para ensinar um conteúdo em etapas, a fim de levar o estudante à aprendizagem, possuindo início e fim conhecidos tanto pelos professores como pelos estudantes (ZABALA, 1998). A elaboração das SD deve estar embasada na metodologia de ensino denominada Três Momentos Pedagógicos.

Essa proposta metodológica fundamentada por Delizoicov (1982), leva em consideração os interesses dos estudantes, para que estes sintam-se motivados a construir o seu próprio conhecimento, privilegiando a contextualização e a abordagem interdisciplinar do conhecimento. Além disso, busca uma maior reflexão por parte dos estudantes acerca dos conhecimentos químicos por meio de um tema previamente definidos, inspirados nas ideias de Paulo Freire. Constitui-se em três momentos com funções específicas e diferenciadas entre si, são eles: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento (DELIZOICOV *et al.*, 2002).

Na problematização inicial são utilizadas situações reais envolvendo o cotidiano dos estudantes, algo que eles já tenham conhecimento. O objetivo principal é fazer com que eles reconheçam a necessidade de se reelaborar o conhecimento prévio, e se apropriar de novos conhecimentos, com os quais possam interpretar outras situações (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

No segundo momento pedagógico, intitulado de organização do conhecimento são estudados os conhecimentos científicos necessários para compreensão dos temas e situações significativas em que começará a ocorrer à assimilação e apropriação do conhecimento pelo estudante, por meio ao desenvolvimento de diversas atividades como a utilização de textos científicos e experimentação (DELIZOICOV, 1991; 2008).

O objetivo da aplicação do conhecimento é desenvolver o conhecimento adquirido, a fim de analisar e interpretar as propostas da problematização inicial e buscar soluções para outros problemas relacionados com os mesmos conhecimentos científicos que foram apresentados durante a sequência didática. Nessa etapa, “podemos também ampliar o quadro das informações adquiridas ou ainda abranger conteúdo distinto da situação original (abstraida do cotidiano do aluno), mas decorrente da própria aplicação do conhecimento” (DELIZOICOV, 1982, p. 150).

A SD apresentada neste trabalho contou com a participação de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio de um Colégio Estadual localizado na cidade de Londrina – Paraná, abordando o conteúdo equilíbrio químico, tendo como objetivo trabalhar os conceitos sobre o conteúdo em questão, de forma interdisciplinar, utilizando História, a fim de promover uma discussão sobre a síntese da amônia e sua influência na Primeira Guerra Mundial (PGM), e por fim relacionar o conteúdo com uma situação presente no cotidiano do estudante.

O conceito de equilíbrio químico tem sido apontado por muitos autores, e também por muitos professores, como problemático para o ensino e a aprendizagem (MASKILL; CACHAPUZ, 1989). Devido às dificuldades de aprendizagem dos estudantes em relação à compreensão da natureza dinâmica do equilíbrio químico; compartimentação do sistema, em que a reação de equilíbrio é vista como duas reações separadas (direta e inversa); problemas com o Princípio de Le Chatelier; dificuldade nos cálculos e na aplicação das constantes de equilíbrio, assim como, a diferença entre velocidade e equilíbrio químico (GOMES, 2013).

Contudo, o objetivo deste trabalho é descrever e analisar os resultados de uma SD sobre equilíbrio químico, proposta vinculada a disciplina de Prática do Ensino de Química e Estágio Supervisionado IV no curso de Química-Licenciatura da UEL.

METODOLOGIA DO TRABALHO

O detalhamento das atividades realizadas em cada um dos momentos da SD será feito de acordo com a classificação de Delizoicov e colaboradores (2002), como citado anteriormente.

Problematização Inicial

Esta etapa iniciou-se com uma Roda de Conversa¹, na qual foi discutido um breve histórico sobre a Primeira Guerra Mundial. A fim de nortear as discussões, licenciando e orientador construíram um texto de apoio com alguns recortes sobre os fatos mais importantes, enquanto os estudantes apresentavam suas ideias acerca da questão proposta ‘*Quais pontos vocês consideram importantes para a Guerra, quais fatos vocês destacariam?*’, e assim foram construindo uma linha dos acontecimentos mais relevantes da PGM.

Posteriormente às considerações feitas pelos estudantes, levantou-se o seguinte questionamento: ‘*Você acha que a química foi importante na Primeira Guerra Mundial? Por quê? Se sim, em que momento?*’. Na sequência, foi realizada a leitura de um breve texto² sobre a relação da síntese da amônia com a PGM, relatando o porquê foi necessária a produção de amônia em escala industrial. Para finalização dessa etapa, foi lançada a seguinte situação problema: ‘*Se no lugar de Fritz Haber, o químico fosse você, como você resolveria o problema da exportação do salitre do Chile? O que você levaria em conta? Explique detalhadamente*’.

Essa etapa foi desenvolvida em uma aula de 50 minutos, com a participação de 40 estudantes.

Organização do Conhecimento

Este momento iniciou-se com a seguinte pergunta: ‘*Será que em toda reação química há formação de 100% de produto?*’, com posterior leitura de um texto³, o qual relata sobre a reação para a produção de amônia e como os pesquisadores chegaram a conclusões sobre os fatores que influenciavam a síntese, para que ela não se “completasse”. Levantou-se esse questionamento para que posteriormente fosse trabalhado o início da síntese da amônia, levando em consideração as concepções dos estudantes, relacionando com a quantidade de amônia formada e o rendimento previsto teoricamente.

De forma a aprofundar a discussão, foi trabalhado outro texto⁴, o qual relata as tentativas de produção da amônia em escala industrial até se chegar ao processo que temos hoje. Esse aprofundamento foi feito com o intuito de tentar reconstruir a imagem que muitos alunos têm sobre a ciência ser uma verdade incontestável e que acontece do dia para a noite (LOGUERCIO; DEL PINO, 2006; ARAÚJO; BALDINATO, 2015).

Posteriormente, foi trabalhada a definição do conceito de equilíbrio químico, apresentando algumas situações que exemplificassem reações de equilíbrio em nosso cotidiano. Para tratar dos fatores que afetam o equilíbrio químico – temperatura e pressão – foi apresentada uma tabela similar a feita por Haber (Figura 1), e foi desenvolvido o significado da constante de equilíbrio, com o objetivo de que as

¹ Roda de conversa é uma técnica que permite aos participantes expressarem, concomitantemente, suas impressões, conceitos, opiniões e concepções sobre o tema proposto, assim como permite trabalhar reflexivamente as manifestações apresentadas pelo grupo (MELO; CRUZ, 2014).

^{2,4} Adaptado de ARAÚJO, M. C.; BALDINATO, J. O. A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**. v. 11, p. 91-129, 2015.

³ Adaptado de SEE/SP. Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. **Caderno do professor**. (Química). São Paulo: IMESP, 2014.

conclusões partissem dos estudantes, a partir do que eles estavam analisando na tabela.

$^{\circ}\text{C}$	K	10 atm	50 atm	100 atm	300 atm	1000 atm
200	0,4	51	74	82	90	98
300	$4 \cdot 10^{-3}$	15	39	52	71	93
400	$2 \cdot 10^{-4}$	4	15	25	47	80
500	$2 \cdot 10^{-5}$	1	6	11	26	57
600	$3 \cdot 10^{-6}$	0,5	2	5	14	31

Figura 1: Tabela que relaciona os fatores que afetam o equilíbrio com o rendimento da reação

Participaram dessa etapa 36 alunos e a proposta foi desenvolvida em três aulas de 50 minutos cada.

Aplicação do Conhecimento

Nessa etapa foi feito um retorno à problematização inicial, por meio de uma discussão, a fim de deixar evidente em que momento o conceito equilíbrio químico contribuiu para a PGM. Foi retomada a questão da síntese da amônia, discutindo sobre como era sua produção, e evidenciando o papel do cientista como uma pessoa que demanda de estudos para chegar ao objetivo de interesse, e a visão de ciência que não é apenas para a 'destruição', mas também está relacionada a questões importantes para o desenvolvimento da sociedade.

Com o propósito de extrapolar o contexto inicial da SD, foram propostos três exercícios envolvendo saúde bucal, em especial, a questão da cárie, objetivando assim avaliar se os estudantes fazem relação de como ocorre o equilíbrio químico na formação dos dentes, e se sabem explicar as consequências do equilíbrio químico em um contexto que traz uma reação diferente da envolvida na síntese da amônia.

A elaboração dos exercícios fundamentou-se na proposta apresentada por Trevisan (2012) no artigo Saúde bucal como temática para um ensino de química contextualizado, publicado no periódico Química Nova na Escola.

Para o desenvolvimento do 3º momento foi utilizada uma aula de 50 minutos, com a participação de 31 estudantes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a finalidade de facilitar o entendimento da análise da SD desenvolvida, decidiu-se separar os resultados conforme a estrutura definida na metodologia.

Problematização Inicial

Nesta etapa, com a intenção de criar um ambiente que quebrasse a barreira entre professor e estudante, possibilitando que a discussão ocorresse de forma mais dinâmica, buscou-se trabalhar com a técnica da Roda de Conversa.

Assim, a Roda de Conversa teve como tema: 'Primeira Guerra Mundial', em que os estudantes auxiliaram na construção de um histórico sobre a guerra, citando pontos relevantes. Durante a roda, foram levantadas algumas questões para direcionar a

discussão. A primeira questão foi: '*Quais são os pontos importantes na Primeira Guerra Mundial?*', as respostas dadas pelos alunos foram: *início do uso de armas químicas; disputas industriais; morte do ministro; crise na Europa; disputa imperial; Alemanha paga altos tributos; e Alemanha barrada na fabricação de armas*. Pode-se notar diante das respostas que os estudantes têm o conhecimento sobre os aspectos mais relevantes da guerra, algo que está relacionado à conhecimentos anteriores abordados na disciplina de História ou à discussões e conversas informais, fato este que corrobora com o exposto por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) acerca da relevância das ideias prévias na (re)significação dos conteúdos escolares.

Com o propósito de levantar a visão que os alunos têm sobre a química, e qual a sua importância em determinados momentos da história, fez-se o seguinte questionamento: '*Você acha que a química foi importante na Primeira Guerra Mundial? Se sim, em que momento?*'. Segue abaixo a resposta de três estudantes, identificados como E2, E14 e E21:

E2⁵: *Sim, ela foi extremamente importante em todos os períodos da guerra para as questões bélicas (armamentos, bombas, etc). Podemos também dizer que ela foi importante para a destruição total do continente europeu, não que isso tenha sido bom, mas ela foi fundamental para a devastação.*

E14: *Sim, a química está ligada diretamente a praticamente todos os setores da sociedade, principalmente na produção de armamentos, assim tornando a participação da química fundamental.*

E21: *Sim. Porque os cientistas através da química conseguiram desenvolver armas um pouco melhores. E utilizaram gases para jogar nas pessoas.*

Pode-se observar nas respostas anteriores que os estudantes sabem que a química esteve presente na Primeira Guerra Mundial, relacionando essa participação com a produção de armamentos e questões bélicas. É normal essa associação dos estudantes, os quais relacionam a química com "bombas", "gases tóxicos", entre outros aspectos, devido à visão de ciência que lhes é passada (SILVEIRA; BAZZO, 2005).

Como forma de inserir a síntese da amônia no contexto da guerra, já que nenhum estudante cita esse fato em sua resposta, foi realizada a leitura de um texto, e em seguida foi lançada a seguinte situação problema: '*Se no lugar de Fritz Haber, o químico fosse você, como você resolveria o problema da exportação do salitre do Chile? O que você levaria em conta? Explique detalhadamente*'. Algumas das respostas coletadas estão dispostas a seguir:

E7: *Faria experiências para tentar desenvolver o nitrogênio em laboratório podendo assim produzir salitre utilizando sódio, nitrogênio e oxigênio.*

E11: *Tentaria buscar outros meios de encontrar na natureza, caso não encontrasse em forma natural, buscaria por meios de experimentos formas de fabricar esse composto através de outros compostos, como a síntese de hidrogênio e nitrogênio em seu modo gasoso.*

E13: *Criaria uma substância que substitísse a amônia, exemplo a combinação de magnésio e nitrogênio.*

E20: *Tentaria 'pegar', separar o hidrogênio da água e o nitrato e misturaria os dois em pequena quantidade para ver se isso dá certo, talvez disso ocorre a solução de amônia.*

⁵A fim de preservar o anonimato dos estudantes, ao discutir os resultados serão utilizadas siglas de identificação, E1 a E40. As siglas foram atribuídas de maneira aleatória, durante a correção dos problemas propostos em cada um dos momentos. As falas citadas no desenvolvimento do trabalho foram transcritas da maneira como exposta pelos estudantes.

Nas respostas apresentadas por E7, E11, E13 e E20, nota-se que os estudantes mencionam a produção por meio dos elementos químicos, evidenciando assim o conhecimento prévio destes, pois até então não se havia falado como era realizada a síntese, apenas foi relatada a fórmula molecular da amônia e do salitre do chile. Dentre os 30 alunos que estavam presentes na aula, 73,3% deram respostas desse tipo.

Um tipo de resposta que chamou atenção foi a seguinte: *‘Eu chamaria a ajuda de especialistas e levaria em conta a conclusão deles. Eu não resolveria sozinho’*. Respostas desse tipo foram dadas por 16,7% da turma, elas chamam a atenção devido a visão de ciência que já é bastante discutida por pesquisadores da área. De acordo com Lederman (1992), as primeiras pesquisas realizadas sobre a concepção de ciências que os alunos têm, foram realizadas por Wilson em 1954. Os resultados de suas pesquisas indicaram que os estudantes consideravam o conhecimento científico como algo absoluto, neutro, sendo o principal objetivo dos cientistas, descobrir leis naturais e verdades. Esses resultados são evidenciados até os dias de hoje, em que os estudantes acreditam que a Ciência ou os cientistas é que podem realizar processos “difíceis” como o da síntese da amônia.

Ainda nesta atividade, 10% da turma não respondeu à questão.

As respostas e as discussões advindas desse primeiro momento foram de fundamental importância para o desenvolvimento das próximas etapas da SD e, nesse contexto, destacamos ainda o papel fundamental do futuro professor, o qual, por meio de questionamentos e problematizações, buscou não fornecer explicações prontas, mas sim, questionar as interpretações assumidas pelos estudantes (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Organização do Conhecimento

Para iniciar essa etapa da SD fez-se uma discussão em torno da seguinte questão: *‘Será que em toda reação há a formação de 100% de produto?’*, alguns estudantes disseram que sim, outros que não, e uma minoria disse que não sabia. A partir daí foi realizada a leitura de dois textos breves, sendo o primeiro texto sobre o rendimento da amônia e o segundo sobre as tentativas da produção de amônia em escala industrial, até se chegar ao processo que se tem hoje. Apesar de serem curtos, eles foram fundamentais, e pelo fato de terem uma linguagem clara, e de fácil compreensão, os estudantes aceitaram bem a proposta.

Posterior à leitura dos textos, trabalhou-se a definição do conceito Equilíbrio Químico com a turma, passando no quadro para que os estudantes tivessem esse conteúdo em seu caderno. Nota-se a necessidade que os alunos, de qualquer nível de ensino, têm de anotarem o que é ensinado, isso lhes confere mais segurança, e possibilita a retomada quando forem realizar a resolução de algum exercício ou atividade proposta.

A fim de se trabalhar os fatores que afetam o equilíbrio químico de uma reação, buscou-se que os próprios alunos chegassem as suas conclusões, para isso utilizou-se uma tabela, a qual relacionava o rendimento com as condições de pressão, temperatura e o valor da constante. A relação foi feita com uma situação problema em que o estudante se colocava na posição de um químico que trabalha em uma indústria e estava produzindo amônia. Nesse contexto, realizava uma pesquisa a fim de analisar quais seriam as condições que forneceriam maior rendimento da reação, e se deparava com a tabela (Figura 1), a questão final era: *‘Em qual das condições você optaria por realizar o processo de obtenção da amônia? Explique’*. Na sequência apresentamos algumas das respostas dadas pelos estudantes, buscando evidenciar o que os

estudantes levavam em consideração para verificar em quais condições a reação teria maior rendimento:

E8: *Optaria pelo processo onde utilizaria a temperatura em 200°C em 1000 atm, onde teria 98% de obtenção da amônia.*

E12: *200°C, porque quando atinge certa temperatura, ele começa a evaporar.*

E15: *200°C na pressão de 1000 atm = 98%. Nessa condição dá maior quantidade de NH₃.*

E17: *Quando em 1000 atm, com 200°C e 0,4 K conseguimos 98% de amônia, sendo assim seria a opção mais vantajosa, pois é mais fácil de se chegar a pressão necessária sem desperdiçar.*

Nesta aula estavam presentes apenas 27 estudantes, dentre esses 66,7% deram respostas iguais as do E8, E12 e E15. Estes alunos mencionam apenas os fatores pressão e temperatura, reconhecem o maior rendimento, porém não levam em consideração os valores da constante que estavam presentes na tabela. Já 29,63% da turma apresentou resposta semelhante a dada por E17, em que eles mencionam a presença da constante, mas não lhe atribuem nenhum significado. Em contradição as respostas anteriores, apenas um estudante mencionou a constante, a resposta está descrita a seguir:

E26: *O maior rendimento é o de 200°C, pois os atms são maiores, e o k também.*

Observa-se aqui que o E26 observou a grandeza dos valores, relacionando isso a um maior rendimento, diferente das respostas anteriores que apenas apresentavam o valor de k. A consideração da constante de equilíbrio é um aspecto destacado pelo próprio Haber em seu trabalho sobre a síntese da amônia. Em seus relatos, o pesquisador afirma só retomar seus estudos após a revisão de dados das constantes químicas propostas por Nernst, as quais admitiam novas previsões da condição de equilíbrio em diferentes pressões e temperaturas (ARAÚJO, BALDINATO, 2015).

A importância da discussão do significado da constante de equilíbrio, já é algo bastante discutido pelos pesquisadores da área, em que comprovam que para os estudantes, a constante de equilíbrio é concebida como uma 'entidade matemática' capaz de influenciar diretamente o fenômeno da transformação química, não atribuindo significados que lhes possibilitem relacionar seu valor numérico às concentrações de reagentes e produtos, influenciando assim no rendimento (MACHADO; ARAGÃO, 1996).

Após a discussão da tabela com as respostas apresentadas pelos estudantes, aprofundou-se a discussão sobre os fatores que afetam o equilíbrio de uma reação, e foi trabalhado o significado teórico da constante de equilíbrio.

Aplicação do Conhecimento

Como parte do terceiro momento, sendo este a última parte da SD desenvolvida, foram retomadas as questões trabalhadas na problematização inicial, a fim de evidenciar se houve (re)construção de algumas visões iniciais, e fez-se uma retomada de tudo o que havia sido trabalhado durante a SD. Essa parte foi trabalhada por meio de discussões e todos os estudantes participaram expondo suas conclusões. Realçaram a importância da síntese da amônia, comentaram sobre todas as tentativas para se chegar à síntese desta, evidenciando que a ciência não é algo pronto e acabado.

Na proposta de extrapolar os limites do tema trabalhado, a fim de explorar outra reação de equilíbrio que não envolvesse a síntese da amônia, buscou-se trabalhar com o tema 'Saúde Bucal', envolvendo a formação dos dentes e das cáries.

Assim, quatro questões, adaptadas do trabalho de autoria de Trevisan (2012), foram propostas. A primeira questão traz o processo de mineralização e desmineralização dentária, em seguida foi apresentada a reação de equilíbrio químico e foram feitas as seguintes perguntas: 'O que significa dizer que a reação está em equilíbrio químico?' e 'Durante a formação do dente o equilíbrio químico favorece a formação dos reagentes ou dos produtos? Nesse instante a reação está em equilíbrio químico?'. Algumas das respostas apresentadas pelos estudantes estão descritas a seguir:

E4: 1-a) O equilíbrio químico ocorre quando as velocidades das reações direta e inversa são iguais.

b) A reação está favorecendo os reagentes.

E9: 1-a) Quando a velocidade das reações diretas e inversas são iguais.

b) Reagentes, não, pois a reação direta forma a desmineralização e a inversa forma a mineralização.

E14: 1- a) A velocidade das reações direta e inversa são iguais.

b) Dos produtos para os reagentes. Não está em equilíbrio.

É possível observar que nas respostas para o item **a** todos os estudantes relacionaram o equilíbrio químico com o fato das velocidades das reações diretas e inversas serem iguais, não citam o fato de macroscopicamente não ser possível enxergar mudança, mas que microscopicamente isso ainda ocorre, devido ao fato do equilíbrio químico ser dinâmico, os alunos tendem a conceber o equilíbrio como um estado no qual nada mais ocorre, ou seja, uma concepção de equilíbrio limitada ao 'equilíbrio estático' (GORODETSKY; GUSSARSKY, 1987). Porém, o fato de terem dito que as velocidades seriam iguais, mesmo que de maneira simplista, pode indicar que há uma superação das dificuldades encontradas pelos alunos nesse conteúdo.

No item **b** E4 não responde se a reação está em equilíbrio ou não durante o processo de formação, já E9 e E14 dizem que não está em equilíbrio, e para a segunda parte da questão todos citam que irá favorecer a formação dos reagentes, evidenciando que eles conseguiram interpretar a reação dada.

A segunda questão apresentava a mesma reação de mineralização e desmineralização, e perguntava-se: 'Em que sentido será deslocado o equilíbrio químico se a concentração de íons cálcio (Ca^{2+}) aumentar?' e 'Em que sentido será deslocado o equilíbrio químico se a concentração de hidroxapatita diminuir?', foram obtidas as seguintes respostas:

E4: 2-a) Se a concentração de cálcio aumentar, os reagentes aumentarão também para que haja o equilíbrio.

b) Se a hidroxapatita diminuir os produtos irão diminuir também, para igualar a reação química.

E9: 2-a) A reação será deslocada para o sentido do reagente.

b) A reação também será deslocada para o sentido do reagente.

E14: 2-a) Em sentido dos reagentes.

b- Em sentido dos reagentes.

Observa-se nas respostas que todos os alunos seguiram a mesma ideia, porém cada um escreveu da sua maneira, mas deixando evidente que conseguiram visualizar nessa nova reação o efeito de se alterar algum fator, nesse caso especificamente a concentração.

A terceira questão dissertava sobre o efeito dos refrigerantes no processo de desmineralização do dente, com relação a esse aspecto foi proposta a seguinte pergunta: '*Considerando que uma pessoa consuma refrigerante diariamente, o que poderá acontecer? Explique*'. Seguem algumas das respostas:

E4:3- *Se uma pessoa tomar refrigerante diariamente, o dente irá desmineralizar, pois o refrigerante é ácido. Com a desmineralização a hidroxiapatita diminui e conseqüentemente aumentando as chances da cárie se alojar nos dentes.*

E9:3- *O pH diminui, causa a acidez, a desmineralização, o desgaste dos dentes e surgimento de cáries.*

E14:3- *Acontecerá que o dente dela ficará muito desgastado e será propício de ter mais cáries (favorecendo os produtos).*

E16:3- *Aumentará o risco de cárie, pela presença de sacarose e ácido fosfórico sendo assim atingindo o esmalte do dente (hidroxiapatita).*

É interessante observar que todos apresentam um raciocínio para chegar a resposta, uns de maneira mais simplista, outros um pouco mais descritivos, mas todos procuram estabelecer uma estrutura coerente que enfatizasse a relação do pH com a desmineralização, evidenciando qual seria o favorecimento da reação, sendo esta no sentido de diminuir a quantidade de hidroxiapatita, desgastando o esmalte do dente, promovendo o aparecimento de cáries.

Para finalizar a atividade, a última pergunta foi a seguinte: '*Pedrinho teve um almoço muito bom com seus familiares. Sua mãe, após a refeição serviu uma deliciosa torta de morangos. O pai de Pedrinho disse a ele que escovasse os dentes após a refeição, mas Pedrinho não obedeceu. Explique, com suas palavras, o que está ocorrendo na boca de Pedrinho*'.

E4:4- *Está ocorrendo a desmineralização.*

E9:4- *Devido a acidez do morango, o pH de Pedrinho está diminuindo, favorecendo o processo de desmineralização possibilitando o surgimento de cáries.*

E14:4- *O açúcar da comida desgastará o esmalte do dente de Pedrinho fazendo com que ele tenha cárie.*

E16:4- *Na boca de Pedrinho está ocorrendo a desmineralização dentária provocando assim o risco de cárie.*

Assim como para a terceira questão, eles também criam uma linha de raciocínio, elencando conceitos trabalhados ao longo de toda SD. Esperava-se que os estudantes citassem a relação da cárie com o açúcar e que este serve de alimento para bactérias que existem em nossas bocas, as quais se alimentam do açúcar, produzindo um ácido, o que irá fazer com que o pH diminua e cause a desmineralização do dente, podendo haver a formação da cárie. Dessa forma, mesmo que de maneira simplista, os estudantes atingiram os objetivos, pois conseguiram estabelecer uma relação entre a cárie e o açúcar.

Em suma, o desenvolvimento da última atividade foi algo positivo na SD, pois todos os estudantes resolveram as questões, contando com o auxílio da professora para tirar dúvidas, mas esta não ajudou na elaboração das respostas, o que ficou evidente, pois não houve respostas iguais, cada um usou seus conhecimentos para responder. E o fato da atividade ter sido feito em sala, e trabalhando as questões uma a uma, de maneira a todos realizarem ao mesmo tempo, contribuiu para um melhor resultado.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Sequência Didática descrita nesse trabalho apresentou relevância para a formação inicial do licenciando, notou-se que a utilização de diversos recursos enriquece a aula e, quando trabalhados de maneira adequada, contribuem significativamente para a aprendizagem do estudante.

O tema trabalhado evidenciou-se como um ponto positivo no desenvolvimento da SD, devido ao fato de sua relevância histórica e abordagem ampla tanto no ambiente escolar como em outros veículos de comunicação, o que gerou um espaço no qual os estudantes sentiram-se livres para expressarem suas opiniões, aspecto fundamental para o desenvolvimento das atividades propostas ao longo da SD, contribuindo assim para a aprendizagem dos conceitos em foco.

Analisando as respostas dos estudantes sobre quais seriam os pontos importantes da guerra, notou-se que estes apresentaram uma visão negativa da relação entre a ciência e o episódio histórico abordado, enfocando apenas questões referentes à produção de armas químicas.

Quando questionados acerca da síntese da amônia, os estudantes buscaram responder de acordo com os conhecimentos prévios, destacando os cientistas/especialistas como os únicos a serem capazes de formular algo, e apresentando em algumas respostas os elementos químicos constituintes da reação de síntese, alguns de maneira errônea. Contudo, demonstram a relação que estabelecem quando questionados acerca da influência da química no contexto analisado.

Evidenciou-se que no segundo momento pedagógico, Organização do Conhecimento, os estudantes participaram de forma ativa em relação às leituras, indicando que trabalhar textos com informações de interesse dos estudantes e de fácil compreensão pode ser um instrumento eficaz no contexto da sequência didática. Porém, ao abordar os conceitos científicos que fundamentam tais discussões, percebe-se que os estudantes ainda apresentam certa dificuldade em relacionar os fenômenos estudados, como por exemplo, associar a constante de equilíbrio aos fatores que afetam a velocidade da reação química, a fim de predizer as condições ideais para o maior rendimento da reação.

No último momento, observou-se que durante os questionamentos, os estudantes foram capazes de responder todas as perguntas, de maneira um tanto simplista em alguns casos, deixando evidente que são capazes de interpretar a reação dada, os efeitos decorrentes quando algum fator é alterado, assim como fazer relações com o conteúdo estudado para chegar à resposta esperada dentro de novos contextos. Diante do exposto, pode-se dizer que os estudantes conseguiram superar as dificuldades encontradas, levando-os a uma aprendizagem efetiva do conteúdo.

A dinâmica de ensino propiciada pelos 3 momentos pedagógicos, aliada às estratégias de ensino utilizadas, constituíram um ambiente favorável para (re)construção das ideias dos estudantes, favorecendo a generalização da conceituação a partir da exploração de diferentes contextos e, nesse sentido, possibilitou ao futuro professor novas perspectivas quanto aos processos de ensino e aprendizagem em sala de aula.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. C.; BALDINATO, J. O. A síntese de amônia: uma proposta de estudo histórico para a formação de professores de química vinculada ao Prêmio Nobel de Fritz Haber. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces. v. 11, p. 91-129, 2015.

AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: Uma perspectiva cognitiva. Tradução de TEOPISTO, L. Lisboa: Editora Plátano, 1 ed., 2003. Tradução do original: *The acquisition and retention of knowledge*.

DELIZOICOV, D. **Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências na Educação Formal**. 1982. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1982.

DELIZOICOV, D. **Conhecimento, tensões e transições**. 1991. 291 p. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1991.

DELIZOICOV, D. La Educación en Ciencias y la perspectiva de Paulo Freire. **ALEXANDRIA: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.2, p.37-62, Jul. 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A e PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 1. Ed. São Paulo: Cortez, 2002.

GÓES, M. N.; **Análise das estratégias de aprendizagem de alunos de um curso de pedagogia ofertado a distância e a atuação do tutor**. 2015. 185 p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2015.

GOMES, J. N. **Da química geral à química analítica: Reflexões sobre o ensino e aprendizagem de conceitos relacionados ao tema equilíbrio químico**. 2013. 136 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Faculdade de Educação, Instituto de Física, Instituto de Química e Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2013.

GORODETSKY, M. & GUSSARSKY, E. The roles of students and teachers in misconception of aspects in chemical equilibrium. **Proceedings of the Second International Seminar of Misconception and Educational Strategies in Science and Mathematics**, New York: Cornell University, 1987, v. III, p. 187-193.

LEDERMAN, N.G. **Student's and Teachers Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research**. Journal of Research in Science Teaching, v.9, p331-359, 1992.

LOGUERCIO, R. Q.; DEL PINO, J. C. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-77, 2006.

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

MASKILL, R.; CACHAPUZ, A. F. C. **Learning about the chemistry topic of equilibrium: the use of word association tests to detect developing conceptualizations**. International Journal of Science Education, v. 11, n. 1, p. 57-69, Fev.1989.

SILVEIRA, R. M. C. F.; BAZZO, W. A. Transformando a relação do ser humano com o mundo. In: IX Simpósio Internacional Processo Civilizador, Ponta Grossa, 2005. **Anais...**, Ponta Grossa/PR, 2005. Disponível em: <<http://www.uel.br/grupo-estudo/processoscivilizadores/portugues/sites/anais/anais9/artigos/workshop/art19.pdf>> Acesso em: 29 mar. 2016.

STANZANI, E. L. **O papel do PIBID na formação inicial de professores de química na Universidade Estadual de Londrina**. 2012. 86 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2012.

TREVISAN, M. C. **Saúde bucal como temática para um ensino de química contextualizado**. 2012. 141f. Dissertação (Mestrado em educação de Ciências). Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2012.

ZABALA, A. **A prática educativa**: como ensinar. Porto Alegre: Artmed, 1998.