

Situação de Estudo e Ensino de Química: contribuições para a Educação Científica

Enio de Lorena Stanzani^{1*} (PG), Patrícia Vecchio Guarnieri¹ (PG), Wilson Carvalho² (PG), Cássia Emi Obara² (PG). *enio.stanzani@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 Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Educação Matemática. UEL – Londrina. Rod. Celso Garcia Cid, PR445, Km380, Campus Universitário – Londrina, Paraná.

Palavras-Chave: situação de estudo, (re)significação conceitual, ensino e aprendizagem.

RESUMO: O presente trabalho visa analisar as Situações de Estudo (SE) desenvolvidas por um grupo PIBID/Química, buscando evidenciar se as etapas contemplam os objetivos propostos nos referenciais que sustentam essa dinâmica de ensino. Nesse contexto, apresentamos uma descrição detalhada de cada uma das etapas das seis SE desenvolvidas ao longo do ano de 2015. Após a análise dos dados foi possível evidenciar uma evolução na estruturação das SE, principalmente em relação às etapas 1 e 2, as quais passaram a incorporar mais a ideia da relação com situações do cotidiano dos estudantes, tornando-os participantes ativos no processo de construção do conhecimento, a partir da utilização de diversas estratégias, mas principalmente dos textos de aprofundamento dos conceitos. Na 3ª etapa, apesar dos resultados positivos, destacamos o desafio em conceber atividades que integrem os conhecimentos trabalhados ao longo da SE, possibilitando evidenciar a (re)significação dos conceitos iniciais exteriorizados pelos estudantes.

INTRODUÇÃO

Atualmente, muitos pesquisadores, preocupados com os processos de ensino e aprendizagem das Ciências, têm proposto estratégias e metodologias de ensino com o objetivo de torná-los cada vez mais significativos tanto para o aprendiz, como para o professor, auxiliando assim na construção do conhecimento e na formação para a cidadania. Propostas como o Ensino por Investigação (CARVALHO, 2012), os Três Momentos Pedagógicos (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2009), os Estudos de Caso (SÁ; QUEIROZ, 2009), as abordagens com ênfase CTSA (SANTOS; AULER, 2013), as Situações de Estudo (MALDANER; ZANON, 2004; MALDANER, 2007), dentre outras, buscam, por meio da problematização dos conhecimentos prévios e da utilização de diferentes estratégias de ensino, possibilitar que os estudantes se tornem sujeitos ativos nos processos de construção do conhecimento, oportunizando que os conceitos estudados sejam (re)significados e aplicados em contextos de vivência dos aprendizes.

Imersos nessa realidade, a qual exige mudanças na prática pedagógica do professor, as atividades do PIBID/Química da Universidade Estadual de Londrina (UEL) foram propostas no sentido de, a partir da utilização da dinâmica de ensino intitulada Situação de Estudo (SE), possibilitar aos participantes (bolsistas e supervisores) a construção de novas abordagens para os conteúdos de Química propostos na Educação Básica. Mediante discussões e reflexões fundamentadas em teorias da área e na pesquisa enquanto princípio formativo pretende-se contemplar os objetivos¹ traçados pelo programa.

A Situação de Estudo tem como ponto de partida a vivência social dos alunos, o que facilita a interação pedagógica necessária à construção da forma interdisciplinar de pensamento e à produção da aprendizagem significativa (MALDANER; ZANON, 2004). Segundo os autores, a SE:

¹ Os objetivos e diretrizes do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) estão disponíveis no site da CAPES. Disponível em: <<http://www.capes.gov.br/educacao-basica/capesibid>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

[...] se mostra capaz de promover uma mudança apontada como essencial por educadores e pelos PCNs, que é tratar aspectos do domínio vivencial dos educandos, da escola e da sua comunidade imediata como conteúdo do aprendizado científico e tecnológico promovido pelo ensino escolar. É essa vivência trazida para dentro da sala de aula que dinamiza e articula as inter-relações entre saberes, temas, conteúdos, conceitos, procedimentos, valores, atitudes, nos contextos de interação interdisciplinar, em uma situação de estudo (MALDANER; ZANON, 2004, p. 49).

Assim, à medida em que a vivência dos estudantes é trazida para o centro da dinâmica de ensino, novos contextos mais amplos e complexos podem ser investigados, o que permite constituir formas mais dinâmicas de significação e de uso de saberes, explorando formas científicas diversas de explicação, com as linguagens e modelos explicativos que lhes são peculiares (MALDANER; ZANON, 2004; MALDANER, 2007).

Fundamentada na teoria sócio-histórico-cultural proposta por Vigotski, a SE deve considerar as vivências e as relações que o aluno estabelece com seu meio como elementos importantes na construção do conhecimento, o que possibilita a formação das funções psicológicas superiores, como a capacidade de generalizar e de abstrair (SANGIOGO *et al.*, 2013). Nesse sentido, ao trazer para a sala de aula situações reais, as quais os alunos conhecem e para as quais possuem ideias anteriores, se estabelece um movimento de interação intenso dos estudantes com o conceitos científicos e com o professor e cria-se um ambiente facilitador para a aprendizagem (SANGIOGO *et al.*, 2013; MALDANER, 2001).

Pensando no processo de desenvolvimento das SE em sala de aula, Auth (2002) sugere que as atividades sejam divididas em três etapas, as quais possuem objetivos específicos: 1) Problematização; 2) Primeira Elaboração; e 3) Função da Elaboração e Compreensão Conceitual. O quadro a seguir apresenta cada uma das etapas de maneira detalhada (AUTH, 2002; GEHLEN; DELIZOICOV; MALDANER, 2012).

Quadro 1 – Descrição das etapas da SE

Etapas	Descrição
Problematização	Busca explicitar o entendimento primário que os estudantes têm sobre uma determinada problemática. Nessa etapa, o professor traz para a discussão algumas palavras que mostram outras possibilidades de se compreender a situação problema. Essas palavras, sempre conceitos sob o ponto de vista vigotskiano, começam a produzir algum sentido novo e podem vir a se tornar conceitos no decorrer do estudo. Elas orientam a discussão, embora os estudantes tenham total autonomia para usar suas palavras na produção dos entendimentos próprios.
Primeira Elaboração	São desenvolvidas atividades que envolvam textos, com a finalidade de aprofundar os conceitos abordados na Problematização, possibilitando ao aluno ter um primeiro contato com os conhecimentos científicos, relacionando palavras que são utilizadas no contexto científico e que fazem parte do meio em que vive.
Função da Elaboração e Compreensão Conceitual	Momento de relacionar o nível conceitual atribuído ao problema em foco, a partir de uma sistematização dos conceitos estudados. Nessa etapa, os estudantes são levados a apresentarem explicações de cunho científico, passando do abstrato para o concreto, buscando generalizar o conceito a fim de se ter uma maior significação conceitual.

Fonte: Os autores

Assim, o desenvolvimento de uma SE propõe “estimular a produção criativa e coletiva dos estudantes sobre o entendimento da situação estudada como uma

totalidade” (MALDANER, 2007, p. 249). Diversas atividades são propostas aos estudantes a fim de incentivar a compreensão conceitual científica numa abordagem interdisciplinar e contextualizada de situações do cotidiano. “Estas tematizações promovem a curiosidade, o interesse e o zelo pela aprendizagem, a partir de ações individuais e interações sociais” (WALHBRINCK; PERIPOLLI; PANSERA-DE-ARAÚJO, 2013, s/p).

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho é apresentar as SE desenvolvidas ao longo do ano de 2015 por um subgrupo do PIBID/Química/UFLA, evidenciando as potencialidades e dificuldades encontradas nesse processo, na busca por atingir os objetivos propostos em cada um das etapas das SE.

METODOLOGIA

O grupo PIBID responsável pelo desenvolvimento das SE era composto por seis bolsistas, um professor supervisor e um coordenador de área. Além da proposta de construção das SE, realizaram-se reuniões quinzenais na universidade com a presença de todos os envolvidos. Nessas reuniões discutiam-se desde o processo de elaboração, o desenvolvimento, até os resultados alcançados nas SE.

Além disso, realizavam-se leituras e discussões de textos (artigos, capítulos de livros, trabalhos de eventos), muitos dos quais embasaram as atividades propostas. Também eram reservados espaços para apresentação e discussão de ideias para o desenvolvimento de trabalhos, visando divulgar as ações do grupo. O quadro a seguir, traz o título e o objetivo das seis SE elaboradas e propostas ao longo do ano de 2015, em um dos colégios atendidos pelo subprojeto.

Quadro 2 – Títulos e objetivos das SE desenvolvidas

<p>SE 1 – Cinética Química: Quais fatores influenciam a velocidade das reações químicas? Objetivo: Demonstrar a influência de alguns fatores na velocidade das reações químicas, destacando algumas reações químicas que ocorrem em nosso cotidiano e a importância de controlar a velocidade dessas reações.</p> <p>SE 2 – Equilíbrio Químico: onde encontrá-lo? Objetivo: Trabalhar os conceitos de equilíbrio químico, como ele se desloca e o princípio de Le Chatelier, por meio de situações vivenciadas no dia a dia do estudante.</p> <p>SE 3 – Ácidos e Bases: elaborando hipóteses. Objetivo: Possibilitar aos estudantes, por meio de uma atividade investigativa, (re)construir os conceitos de ácidos e bases, vinculando as discussões ao desenvolvimento histórico da Ciência.</p> <p>SE 4 – A febre e a Termoquímica: calor e temperatura no cotidiano e na Ciência. Objetivo: Discutir e (re)significar os conceitos de calor, temperatura e energia em nível macroscópico, a partir de uma situação problema acerca da Febre.</p> <p>SE 5 – Mol: a grandeza dos químicos. Objetivo: Conceituar grandezas e suas unidades de medida a partir de situações cotidianas, a fim de problematizar o conceito de quantidade de matéria, Mol, estabelecendo relações entre os níveis macroscópico, submicroscópico e simbólico.</p> <p>SE 6 – Eletroquímica: Como funcionam as pilhas? Objetivo: Por meio da construção de uma pilha (pilha de Daniell), discutir e problematizar cada um dos elementos constituintes, seu papel no funcionamento da pilha, assim como os conceitos químicos envolvidos, relacionados à Eletroquímica.</p>
--

Fonte: Os autores

A fim de detalhar melhor as etapas das SE citadas no Quadro 1, na tabela a seguir apresentamos a descrição do desenvolvimento de cada uma das SE analisadas neste trabalho.

Tabela 1 – Detalhamento das etapas das SE desenvolvidas

Problematização	Primeira Elaboração	Função da Elaboração e Compreensão Conceitual
SE 1 – Cinética Química: Quais fatores influenciam a velocidade das reações químicas?		
<p>A seguinte problematização foi proposta aos alunos: O que pode tornar uma reação química mais rápida? Depois de discutir alguns exemplos do cotidiano, como a escurecimento da maçã e a ação de abanar o fogo na churrasqueira, foram realizados alguns experimentos, buscando relacionar os fatores concentração, superfície de contato e temperatura à velocidade das reações químicas, sempre relacionando os experimentos à situações do dia a dia, conservação de alimentos, digestão, dentre outras. A partir disso, os estudantes deveriam propor explicações para os fenômenos observados.</p>	<p>Os conceitos científicos foram trabalhados com os estudantes, a partir das situações propostas na problematização.</p>	<p>Finalizando a SE, a fim de problematizar os conceitos apresentados, nessa etapa foi realizada a leitura de um texto histórico acerca dos primeiros experimentos envolvendo os estudos de cinética química 'Ludwig Ferdinand Wilhelmy (1812-1864) e a Cinética Química' e foi proposto um exercício a partir da reação de inversão da sacarose, utilizando os dados obtidos por Wilhelmy em seu experimento².</p>
SE 2 – Equilíbrio Químico: onde encontrá-lo?		
<p>A turma foi dividida em grupos, para os quais foram entregues diferentes situações problemas relacionadas ao conceito em foco, a partir de tópicos como lentes fotocromáticas, galinheiro do tempo, refrigerante, dentre outros. Os grupos deveriam responder as questões a seguir, explicando para o restante da turma suas conclusões: Relate as mudanças observadas; O que faz com que essa(s) mudança(s) ocorra(m)?; Proponha uma explicação para o que acontece nessa situação.</p>	<p>Inicialmente foram realizados dois experimentos de maneira demonstrativa, 'A garrafa azul' e 'O sopro mágico', buscando possibilitar discussões, a fim de que os estudantes relacionassem as situações problema com os fenômenos observados nos experimentos. Na sequência foi realizada a leitura do texto 'O equilíbrio químico é dinâmico ou estático?'³, com o objetivo de aprofundar os conceitos trabalhados na SE.</p>	<p>Na última etapa da SE, além da volta à situação problema proposta na primeira etapa e da sistematização dos conceitos, os alunos trabalharam com algumas simulações no <i>software</i> Equil⁴. O objetivo foi permitir ao aluno uma visão ampla sobre equilíbrio químico, focando três níveis de representação visual: o submicroscópico; o macroscópico e o simbólico. Assim, possibilitou-se que o estudante construísse uma visão ampla sobre equilíbrio químico, relacionando os diversos assuntos deste conteúdo entre si. Para auxiliar os alunos, foi entregue uma lista de orientações contendo alguns exercícios para resolução.</p>
SE 3 – Ácidos e Bases: elaborando hipóteses		
<p>Uma situação problema envolvendo a classificação de substâncias químicas no</p>	<p>A leitura de um texto⁵ abordando o desenvolvimento histórico dos conceitos de ácido e base foi</p>	<p>Os conceitos de ácido, base e pH foram sistematizados nessa etapa. Após, foi solicitado que os</p>

² As atividades propostas na 3ª etapa foram adaptadas do trabalho de MARTORANO, S. A. A. **A transição progressiva dos modelos de ensino sobre cinética química a partir do desenvolvimento histórico do tema.** Tese (Doutorado) – Instituto de Química, Faculdade de Educação. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

^{3,6} MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. Volume Único. São Paulo: Editora Scipione, 2009.

⁴ Disponível em:

<http://www.cienciamao.usp.br/tudo/exibir.php?midia=riv&cod=_equilv2umprogramaparaensinodeequilibrio>. Acesso em: 24 mar. 2016.

⁵ SILVA, M. P.; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História da Ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 5, p. 48-82, 2012.

laboratório foi proposta ao estudantes. A partir dos reagentes e indicadores disponíveis os estudantes deveriam elaborar um roteiro experimental para teste das amostras e na sequência realizar os procedimentos para classifica-las em grupos, a partir das observações e resultados encontrados na prática.	realizada com os estudantes em aula. Após o trabalho com o texto, foi desenvolvida uma atividade na qual os estudantes deveriam propor a solução de uma situação problema, proposta em formato de História de Quadrinhos. Nesse situação, o personagem Chico Bento está com problemas na plantação de mandioca devido à acidez do solo.	estudantes solucionassem uma situação problema envolvendo o descarte de reagentes em uma aula prática. Por fim, foi realizada a leitura e discussão do texto 'pH e a Qualidade da Água' ⁶ , o qual abordava sobre a existência de vida aquática em determinados pHs, trazendo algumas questões relacionadas.
--	---	---

SE 4 – A febre e a Termoquímica: calor e temperatura no cotidiano e na Ciência

Consistiu na leitura de um diálogo estabelecido entre uma mãe e seu filho com febre. Nesse diálogo o filho, Pedro, questionava a mãe sobre conceitos como energia, temperatura e calor. Na sequência os estudantes deveriam responder as questões propostas, que visavam problematizar as dúvidas de Pedro. A fim de auxiliar os estudantes na resolução da atividade, um experimento demonstrativo foi proposto.	O aprofundamento dos conceitos propostos foi realizado a partir da leitura de dois textos, um sobre como o corpo mantém sua temperatura e outro tratando do conceito de caloria e de sua importância como fonte de energia para o corpo humano. Após a leitura e discussão dos textos, foi proposta a realização da atividade experimental investigativa intitulada 'A energia fornecida pelos alimentos' ⁷ .	A sistematização dos conceitos foi desenvolvida a partir da leitura do texto 'Calor e temperatura na linguagem cotidiano e na Ciência' ⁸ e posterior aula teórica abordando os conceitos em foco. Na sequência realizou-se a volta à problematização e outros textos foram sugeridos como atividade final, os quais traziam reportagens sobre temas como as queimadas na Amazônia e o efeito estufa, buscando correlacionar os conceitos estudados à outros contextos.
---	--	---

SE 5 – Mol: a grandeza dos químicos

Os estudantes, divididos em grupos, receberam placas confeccionadas em cartolina, com algumas grandezas e unidades de medida e aplicações. Na sequência eles deveriam discutir qual a unidade de medida correspondente a cada grandeza, articulando à aplicação, e fixar a relação estabelecida no quadro. Ex.: Massa – kg/g – é utilizada na pesagem de frutas e carnes no supermercado. Após a discussão da atividade, foram entregues algumas pastilhas de chocolate e foi solicitado que os estudantes criassem uma unidade de medida e a quantidade de elementos que determinasse essa grandeza. Algumas questões foram propostas para que a nova	A etapa de aprofundamento fundamentou-se na proposta sugerida por Chassot no texto 'Do fantasticamente pequeno ao fantasticamente grande' ⁹ . Porém, anteriormente, os conceitos de átomo e molécula foram retomados a fim de facilitar o desenvolvimento dessa etapa. Um vídeo, intitulado 'Quão grande é um mol (<i>How big is a mole?</i>) ¹⁰ , foi utilizado para contribuir na relação entre os níveis submicro e macroscópico, finalizando as atividades da Primeira Elaboração.	No fechamento, foram estabelecidas relações entre a unidade de medida construída pelos estudantes na problematização e a grandeza quantidade de matéria, abordando simultaneamente os conceitos científicos. A seguir, cada um dos grupos de estudantes recebeu uma amostra de um sal, a qual eles deveriam pesar, realizar os cálculos de massa molar e responder algumas questões propostas, incluindo uma reflexão sobre quais unidades de medida são mais pertinentes em cada um dos casos analisados.
--	--	--

⁷ SOUZA, F. L.; AKAHOSHI, L. H.; MARCONDES, M. E. R.; CARMO, M. P. **Atividades experimentais investigativas no ensino de química**. Projeto de formação continuada de professores da educação profissional do Programa Brasil Profissionalizado - Centro Paula Souza - Setec/MEC. Disponível em: <http://www.cpsctec.com.br/cpsctec/arquivos/quimica_atividades_experimentais.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2016.

⁸ MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. **Química**. Volume Único. São Paulo: Editora Scipione, 2009.

⁹ CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Ijuí: Unijuí, 2ª ed. 2001, 438 p.

¹⁰ Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=TEI4jeETVmg>>. Acesso em: 24 mar. 2016.

unidade fosse aplicada à situações do dia a dia.

SE 6 – Eletroquímica: Como funcionam as pilhas?

Semanas antes do desenvolvimento dessa SE os estudantes assistiram a um vídeo acerca do funcionamento das pilhas, a partir do qual eles deveriam elaborar três questões contemplando dúvidas, curiosidades, sobre os fenômenos observados no vídeo. De posse dessas perguntas, os bolsistas elaboraram a problematização inicial, considerando as questões mais citadas pelos estudantes. Nesse contexto, a problematização proposta consistiu na montagem prática de uma pilha. Foram fornecidos aos estudantes os materiais e reagentes necessários, com a seguinte situação problema: acender uma lâmpada de LED.

Nessa etapa foi proposta a leitura de um texto, adaptado do artigo 'O bicentenário da invenção da pilha elétrica'¹¹, buscando aprofundar os conceitos envolvidos na problematização, assim como abordar o desenvolvimento histórico do conteúdo.

A fim de sistematizar os conceitos, foi realizada uma abordagem teórica dos conceitos, seguido da resolução de situações problema. Os estudantes, a partir dos reagentes disponíveis, deveriam propor a montagem de uma pilha que considerasse o funcionamento de diferentes aparelhos eletrônicos, considerando a voltagem necessária para cada caso. Finalizando a terceira etapa, uma lista de exercícios, selecionados pela professora supervisora, foi desenvolvida com auxílio dos bolsistas.

Fonte: Os autores

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Trabalhos com os resultados das algumas SE citadas foram apresentados em eventos da área ao longo do ano de 2015: Análise da etapa Problematização de uma Situação de Estudo envolvendo conceitos da Cinética Química (GIULI *et al.*, 2015); Análise de uma Situação de Estudo envolvendo os conceitos Calor e Temperatura: em busca da (re)significação conceitual no estudo da Termoquímica (GUARNIERI *et al.*, 2015); Elaborando hipóteses: contribuições da História da Química no ensino de ácidos e bases (TOLEDO *et al.*, 2015); Analisando os relatos dos bolsistas PIBID/Química UEL acerca do desenvolvimento de uma Situação de Estudo: reflexões de uma professora supervisora (NOBILE; GUARNIERI; STANZANI, 2015); e Análise das etapas de uma Situação de Estudo – Equilíbrio Químico: onde encontrá-lo? (MACEDO *et al.*, 2015).

A partir dos resultados descritos nos trabalho supracitados, o grupo demonstra uma preocupação em analisar cada uma das etapas das SE desenvolvidas, na busca por compreender se os objetivos estabelecidos foram contemplados, fundamentando-se nos pressupostos teóricos que norteiam essa dinâmica pedagógica. É possível perceber que, tanto os bolsistas como o professor supervisor, enfatizam potencialidades e dificuldades, como os aspectos relacionados à aprendizagem dos estudantes na Educação Básica, à formação do professor – inicial e continuada – e à possibilidade de integração de diferentes estratégias no contexto das SE.

Assim, com a finalidade de organizar os resultados e atingir o objetivo do presente trabalho, as discussões posteriores serão divididas em tópicos, de acordo com as etapas da SE, buscando aprofundar as reflexões dentro de cada momento do desenvolvimento das atividades propostas.

¹¹ TOLENTINO, M.; ROCHA-FILHO, R. C. O bicentenário da invenção da pilha elétrica. *Química Nova na Escola*, n. 11, p. 35-39, 2000.

Analisando a 1ª Etapa: Problematização

A etapa da problematização deve trazer uma situação relacionada ao cotidiano dos estudantes, a partir da qual eles tenham o que dizer e possam expor suas ideias prévias. O importante nessa etapa da SE é que os estudantes tenham o primeiro contato com a palavra/conceito, a fim de que as concepções espontâneas possam ser (re)significadas ao longo da SE (MALDANER, 2001; 2007).

Considerando o exposto por Maldaner, assim como outros trabalhos que discutem acerca do desenvolvimento das SE em sala de aula, é possível perceber que, na primeira SE elaborada pelo grupo (Cinética Química: quais fatores influenciam a velocidade das reações químicas?), a proposta da problematização não foi contemplada, uma vez que não partimos de uma situação de vivência dos alunos, mas sim de experimentos demonstrativos, a partir dos quais eles deveriam fornecer explicações aos fenômenos observados. Apesar de, após a realização da atividade experimental, propor questões relacionadas à acontecimentos do cotidiano, como por exemplo: *Por que devemos mastigar bem os alimentos ao ingeri-los?* Essas foram utilizadas apenas como exemplificação das reações evidenciadas na prática, não configurando assim, uma situação problema, para a qual os estudantes deveriam, a partir de seus conhecimentos prévios propor soluções, as quais devem ser utilizadas no desenvolvimento das próximas etapas da SE.

Nesse sentido, da segunda SE em diante, buscamos elaborar situações problema englobando situações do dia a dia dos alunos. Na quarta SE elaborada – A febre e a Termoquímica: calor e temperatura no cotidiano e na Ciência – por exemplo, os alunos deveriam, após ler um diálogo entre mãe e filho a respeito da febre, discutir em grupo acerca de algumas questões: *O que é a febre?*; *As respostas da mãe às perguntas de Pedro estão corretas?*; e *Como funciona o termômetro? Por que é possível utilizar esse instrumento para verificar se estamos ou não com febre?*. No diálogo proposto, a mãe comete alguns erros conceituais ao utilizar os conceitos de calor e temperatura como sinônimos e ao comentar sobre os processos de transferência de energia. Além do texto e das questões relacionadas ao problema, um experimento acerca das sensações térmicas e da transferência de energia foi realizado, buscamos problematizar as principais ideias exteriorizadas pelos estudantes, frente ao problema em foco.

A fim de tornar a etapa de Problematização mais dinâmica e interativa, em todas as SE os estudantes foram divididos em grupos, os quais deveriam pensar sobre a situação colocada entre os membros, para só então socializarem as ideias para resolução do problema com os demais. O trabalho em grupo é destacado por Sangiogo *et al.* (2013) como uma estratégia importante a fim de promover o estudo da situação, orientação que também é enfatizada por Delizoicov (2001) na proposição de outra dinâmica de ensino, os 3 Momentos Pedagógicos.

Uma das lacunas apontadas por Gehlen, Delizoicov e Maldaner (2012) diz respeito ao estabelecimento dos temas, o qual deve fundamentar as ações propostas na SE. Segundo os autores, “na Situação de Estudo, não está explícito o processo de obtenção dos temas a serem abordados no contexto escolar” (GEHLEN; DELIZOICOV; MALDANER, 2012, p. 3). Diante dessa problemática, na última SE desenvolvida – Eletroquímica – pensamos em uma alternativa que possibilitasse aos estudantes participarem do processo de construção da situação problema. Assim, algumas semanas antes do desenvolvimento da SE na escola, os estudantes assistiram a um vídeo sobre o funcionamento das pilhas e lhes foi solicitado que elaborassem três questões acerca de dúvidas, curiosidades e/ou fatos que mais chamaram a atenção no vídeo. Coletadas as questões dos alunos, bolsistas e supervisores realizaram a análise

e chegaram ao tópico mais citado pelos estudantes, o papel da ponte salina no funcionamento da pilha. Então, a partir das informações levantadas, elaboramos um problema experimental, no qual os estudantes deveriam construir um pilha, a partir dos reagentes e materiais disponibilizados, com o objetivo de acender uma lâmpada de LED.

Ao longo de todo o processo de elaboração e desenvolvimento das SE o grupo buscou aprimorar as problematizações, por meio das discussões e reflexões sobre os referenciais teóricos que fundamentam as SE e da análise crítica dos resultados alcançados nas SE anteriores. Houve também a incorporação de novas ideias advindas de referenciais estudados, como por exemplo, a proposição do vídeo como meio para que os problemas propostos fossem pensados a partir de questões levantadas pelos próprios alunos, inserindo-os ainda mais no contexto da SE.

Analisando a 2ª Etapa: Primeira Elaboração

Nessa etapa da SE os conceitos abordados são aprofundados por meio de textos científicos e outras atividades. É por meio dessas atividades que os estudantes têm o primeiro contato com conhecimentos científicos para além da palavra representativa de um determinado conceito, realizado mediante a orientação do professor em diversas atividades (AUTH, 2002).

Diante do exposto, as atividades concebidas na 2ª etapa das SE desenvolvidas envolveram o uso da experimentação, da História da Ciência, de vídeos e histórias em quadrinhos, mas, principalmente, foram propostas leituras de “textos de aprofundamento sobre as circunstâncias que foram apresentadas na primeira etapa” (GEHLEN; DELIZOICOV; MALDANER, 2012, p.10), não sendo utilizada apenas na SE1. Nessa SE, além de não utilizarmos os textos de aprofundamento, nos equivocamos ao trabalhar os conceitos envolvidos na problematização, na busca por possibilitar aos estudantes responderem a situação proposta inicialmente, passo que deve ser dado apenas na 3ª etapa (AUTH, 2002).

A partir do processo de leitura, “os conceitos trabalhados passam a ter significado para estudantes e na medida em que avançam em suas compreensões, os significados ampliam-se e tornam-se mais complexos” (BOFF *et al.*, 2007, s/p). Nesse contexto, Maldaner e Zanon (2004) destacam o papel do professor na proposição de debates a partir da leitura de textos de livros didáticos ou outros autores, o que permite, corroborando com a afirmação de Boff *et al.* (2007), “que novas idéias se constituam e que as primeiras idéias dos estudantes tenham novo nível de entendimento” (MALDANER; ZANON, 2004, p. 52).

Apesar de ser uma prática recorrente na grande maioria das SE desenvolvidas, poucos estudantes participaram da discussão de ideias pós-leitura. Este fato pode ser atribuído a pouca realização dessa prática nas disciplinas das áreas exatas, as quais priorizam, na maioria das vezes, cálculos e análises quantitativas. Segundo Ricon e Almeida (1991), a prática da leitura deve ser estimulada nas disciplinas científicas, pois possibilita integrar a vida do estudante à Ciência, intensificando essa relação na interação pedagógica.

Atividades envolvendo a História da Ciência foram desenvolvidas na 2ª etapa da SE3 – Ácidos e Bases: elaborando hipóteses – e da SE6 – Eletroquímica: como funcionam as pilhas?. Na SE3, os estudantes se depararam com uma situação na qual eles deveriam propor um esquema de organização para alguns reagentes de laboratório, para isso, foram disponibilizados algumas amostras e indicadores, a partir dos quais eles deveriam realizar testes e separar as substâncias em grupos, de acordo com os resultados alcançados. Antes, porém, eles deveriam traçar um plano de trabalho, um roteiro para os testes a serem realizados com as amostras. Na sequência,

após construir uma tabela com os resultados de cada grupo no quadro, os bolsistas realizaram a leitura de um texto histórico acerca do desenvolvimento das teorias ácido-base. Nesse momento, estudantes e bolsistas discutiram as ideias presentes no texto, relacionando-as com a atividade prática realizada na etapa de problematização. A citação abaixo, exemplifica um dos trechos debatidos, o qual cita os testes feitos por Boyle com o mesmo objetivo dado aos estudantes, classificar as substâncias em grupos de acordo com os resultados alcançados.

Boyle acaba descobrindo que certas substâncias não obedecem a todos os testes de um ou outro grupo, que seriam as substâncias neutras; com isso, o futuro da teoria que classifica as substâncias em ácidas e alcalinas estava comprometido. No entanto, a teoria ácido alcalina sobreviverá com modificações até o início do século seguinte e, algum tempo depois, o sistema de classificação de Boyle e seus testes para substâncias ácidas, básicas e neutras tornam-se comuns, aceitos como padrão na maioria dos compêndios de química (SILVA; SANTIAGO, 2012, p. 56).

A preocupação em trabalhar com temas históricos nas SE corrobora com a afirmação de Sangiogo *et al.* (2013). Segundo os autores, as SE devem contemplar aspectos históricos do conteúdo, assim como o ensino da especificidade do conhecimento científico, buscando a (re)significação conceitual. Loguercio e Del Pino (2006) afirmam ainda que uma proposta de ensino que considere uma abordagem histórica dos conteúdos científicos pode contribuir para minimizar algumas características do ensino usual de ciências, o qual “passa a imagem de um conhecimento científico de neutralidade empírica, algorítmico e exato, a-histórico, cumulativo e linear, socialmente neutro” (p. 68).

Portanto, “a primeira elaboração no contexto da SE é o primeiro contato do estudante com situações em que estão sendo usadas não apenas palavras representativas de um determinado conceito, mas também lhe são agregados outros significados” (GEHLEN; DELIZOICOV; MALDANER, 2012, p.11). Sendo assim, a diversidade de estratégias e atividades concebidas nessa etapa da SE possibilita aos estudantes, além de extrapolar o contexto inicial em que o conceito foi proposto, evidenciar, por meio da linguagem científica, novas interpretações para as situações estudadas, a fim de possibilitar a (re)significação dos conceitos na etapa seguinte.

Analisando a 3ª Etapa: Função da Elaboração e Compreensão Conceitual

Nessa etapa ocorre a sistematização dos conceitos, volta-se ao problema inicial e são propostas novas situações que apresentam explicações de cunho científico. A partir das atividades propostas, o aluno começa a identificar as palavras representativas dos conceitos, com as quais já teve contato nas etapas anteriores, suas fórmulas e sua significação no contexto em que é empregada (GEHLEN; MALDANER; DELIZOICOV, 2012).

Diversas estratégias foram utilizadas também nessa etapa, além da leitura de textos, presente na grande maioria das etapas das SE desenvolvidas, a utilização da História da Ciência, das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC), a proposição de atividades experimentais e listas de exercícios integraram às atividades propostas, a fim de atingir os objetivos delimitados para esta etapa da SE.

Na SE4, por exemplo, a terceira etapa contemplou a sistematização dos conceitos do conteúdo de Termoquímica, o retorno à problematização, sendo (re)discutidos os resultados expostos inicialmente pelos alunos, e atividades com textos visando a extrapolação do contexto de partida. Segundo Guarnieri *et al.* (2015), após analisar os resultados dessa SE, as atividades contempladas na 3ª etapa promoveram

a (re)significação conceitual, uma vez que os estudantes (re)elaboram suas ideias, utilizando um maior número de conceitos em suas justificativas, mesmo que de maneira superficial em alguns casos. Nota-se, portanto, que os conceitos estão definidos de forma mais clara, mas a dificuldade agora é deixar de utilizar apenas a definição, incorporando o conhecimento científico à situação proposta.

Embora a estrutura da SE1 – Cinética Química – tenha sido proposta de maneira equivocada, o trabalho com o texto histórico e o exercício de construção do gráfico, a partir dos dados experimentais obtidos por Wilhelmy, na terceira etapa, possibilitaram a discussão de aspectos históricos, promovendo reflexões acerca do desenvolvimento dos conceitos dentro do contexto no qual foram produzidos. A utilização do *software* na SE2 – Equilíbrio Químico – também mostrou-se um recurso potencialmente significativo no estabelecimento de relações entre os níveis macro e submicroscópico de representação dos fenômenos estudados, tornando a construção do conceito mais próxima da realidade do estudante. Fato este não evidenciado na SE5 – Quantidade de Matéria – na qual os estudantes, mesmo após o desenvolvimento das duas etapas anteriores, tiveram dificuldades em relacionar os conceitos trabalhos nos níveis representacional, simbólico e fenomenológico, demonstrando dificuldades na resolução das atividades de fechamento da SE.

A partir desses resultados, destacamos o desafio em conceber atividades que integrem os conhecimentos trabalhados ao longo da SE, possibilitando evidenciar a (re)significação dos conceitos iniciais exteriorizados pelos estudantes. Diante do exposto, concordamos com Boff e Pansera-de-Araújo (2011) ao afirmarem que captar e resgatar esses conhecimentos, orientando os estudantes para novos estágios nos seus processos de formação do pensamento científico, é um desafio enfrentado, no planejamento, elaboração e desenvolvimento das SE.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das reflexões e discussões propostas neste trabalho, afirmamos o potencial inovador que as SE podem promover nos processos de ensino e aprendizagem de Ciências na Educação Básica, contribuindo para a educação científica e formação para a cidadania. Ao propor três etapas para o desenvolvimento das atividades em sala de aula, essa dinâmica pedagógica possibilita aos estudantes a construção da aprendizagem em um ambiente que favorece a interação entre conhecimentos científicos e cotidianos, na busca pela (re)significação conceitual.

Ao analisar as etapas de maneira separada, é possível evidenciar a importância de cada uma delas no estudo da situação proposta, não desconsiderando a relação de dependência entre elas na ampliação dos conceitos trabalhados. Nas problematizações fica evidente a relevância em partir de situações de vivência dos estudantes, a fim de mobilizá-los na busca por solucionar as questões colocadas. As discussões, inicialmente em pequenos grupos, possibilitaram ampliar os diálogos entre alunos e professores, colocando-os em papéis ativos na construção do conhecimento, a partir do compartilhamento de ideias e saberes.

Cabe ao professor, portanto, o papel de mediar as discussões a fim possibilitar aos estudantes um ambiente favorável de interação, indispensável nessa etapa da SE. Nas etapas da 'Primeira Elaboração' a utilização de textos e outras estratégias de ensino favoreceram o aprofundamento dos conceitos em estudo, uma vez que os estudantes envolveram-se nas leituras e práticas propostas, a fim de compreender e (re)elaborar as ideias apresentadas inicialmente.

O grande desafio enfrentado em todas as SE propostas foi no levantamento de dados que nos permitissem corroborar o objetivo principal de promover a

(re)significação conceitual dos estudantes, foco das atividades da terceira etapa. Além da sistematização dos conceitos e do retorno ao problema inicial, nessa etapa buscamos fornecer aos estudantes condições para compreensão de outras situações, para além daquelas que foram apresentadas durante o desenvolvimento da SE, com a finalidade de possibilitar a ampliação e generalização dos conceitos. Nesse sentido, essa dificuldade nos levou a propor diferentes abordagens, a fim de atingir tal objetivo, como o uso das TIC, da História da Ciência, de atividades de leitura, entre outras.

Em todas as SE desenvolvidas as atividades propostas foram orientadas no sentido de integrar as 3 etapas, para que as situações tivessem coerência e sentido, motivando os estudantes a compreende-lá, inserindo-os no processo de construção do conhecimento necessário para solucionar o problema inicial. Porém, pensar as etapas dentro de suas especificidades e, ao mesmo tempo, possibilitar a interligação das atividades e estratégias em torno de um objetivo comum, também coloca-se como um desafio ao professor que busca inovar sua prática a partir do uso dessa dinâmica de ensino.

Por fim, destacamos que a produção escrita e os debates estabelecidos durante o estudo das situações foram de extrema relevância para ampliação dos diálogos científicos em sala de aula, descaracterizando um modelo de aula que concebe o professor como transmissor de conteúdos e os alunos como meros receptores de informação, uma vez que, nas SE, o conhecimento prévio é valorizado e busca-se, a partir dele, a (re)significação e a extrapolação para novas situações de vivência do estudante, tornando o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos de Química mais significativo.

REFERÊNCIAS

- AUTH, M. A. **Formação de professores de ciências naturais na perspectiva temática e unificadora**. 2002. 200f. Tese (Doutorado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- BOFF, E. T. O.; FRISON, M. D.; SILVA, V. P.; LOTTERMANN, C.; DEL PINO, J. C. Situação de Estudo: uma possibilidade de reconstrução de teorias e práticas docentes. In: VI Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências, Florianópolis, 2007. **Anais...** Florianópolis/SC, 2013.
- BOFF, E. T. O.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. A Significação do Conceito Energia no Contexto da Situação de Estudo Alimentos: Produção e Consumo. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 3, p. 145-164, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- DELIZOICOV, D. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, M. (Org.). **Ensino de física**: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora. Florianópolis: Ed.UFSC, 2001. p. 125-150.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências**: fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.
- GEHLEN, S. T.; MALDANER, O. A.; DELIZOICOV, D. Momentos pedagógicos e as Etapas de Situação de Estudo: complementaridades e contribuições para a Educação em Ciências. **Ciência & Educação**, v. 18, n. 1, p. 1-22, 2012.
- GIULI, C. M.; MACEDO, J. C. S.; SEGANTINI, L. H.; NOBILE, C. B.; STANZANI, E. L. Análise da etapa Problematização de uma Situação de Estudo envolvendo conceitos da Cinética Química. In: IV Congresso Paranaense e Educação Química, Curitiba, 2015. **Anais...** Curitiba/PR, 2015.

- GUARNIERI, P. V.; SAVADA, F. Y.; KODAMA, W. R. M.; NOBILE, C. B.; STANZANI, E. L. Análise de uma Situação de Estudo envolvendo os conceitos Calor e Temperatura: em busca da (re)significação conceitual no estudo da Termoquímica. In: IV Congresso Paranaense e Educação Química, Curitiba, 2015. **Anais...** Curitiba/PR, 2015.
- 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.
- MACEDO, J. C. S.; GIULI, C. M.; NOBILE, C. B.; STANZANI, E. L. Análise das etapas de uma Situação de Estudo – Equilíbrio Químico: onde encontrá-lo? In: XXXI Semana da Química UEL, Londrina, 2015. **Anais...** Londrina/PR, 2015.
- MALDANER, O. A. *et al.* Situação de Estudo como possibilidade concreta de ações coletivas interdisciplinares no Ensino Médio - Ar Atmosférico. In: III Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2001, Atibaia. **Anais...** Atibaia/SP, 2001.
- MALDANER, O. A. Situações de estudo no ensino médio: nova compreensão de educação básica. In: NARDI, R. (Org.). **A pesquisa em ensino de ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007. p. 239-254.
- MALDANER, O. A.; ZANON, L. B. Situação de Estudo: uma organização de ensino que extrapola a formação disciplinar em ciências. In: MORAES, R.; MANCUSO, R. (Org.). **Educação em ciências**: produção de currículos e formação de professores. Ijuí: Editora Unijuí, 2004. p. 43-64.
- NOBILE, C. B.; GUARNIERI, P. V.; STANZANI, E. L. Analisando os relatos dos bolsistas PIBID/Química UEL acerca do desenvolvimento de uma Situação de Estudo: reflexões de uma professora supervisora. In: XXXI Semana da Química UEL, Londrina, 2015. **Anais...** Londrina/PR, 2015.
- SÁ, L. P.; QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos no ensino de Química**. Campinas: Átomo, 2009. 106 p.
- SANGIOGO, F. A.; HALMENSCHLAGER, K. R.; HUNSCHE, S.; MALDANER, O. A. Pressupostos epistemológicos que balizam a Situação de Estudo: algumas implicações ao processo de ensino e à formação docente. **Ciência & Educação**, v. 19, n. 1, p. 35-54, 2013.
- SANTOS, W. L. P.; AULER, D. (orgs). **CTS e educação científica**: desafios, tendências e resultados de pesquisa. Brasília: Editora UnB, 2013.
- SILVA, M. P.; SANTIAGO, M. A. Proposta para o ensino dos conceitos de ácidos e bases: construindo conceitos através da História da Ciência combinada ao emprego de um software interativo de livre acesso. **História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v. 5, p. 48-82, 2012.
- TOLEDO, F.; SAVADA, F. Y.; KODAMA, W. R. M.; GUARNIERI, P. V.; NOBILE, C. B.; STANZANI, E. L. Elaborando hipóteses: contribuições da História da Química no ensino de ácidos e bases. In: XXXI Semana da Química UEL, Londrina, 2015. **Anais...** Londrina/PR, 2015.
- WALHBRINCK, M. F.; PERIPOLLI, F.; PANSERA-DE-ARAÚJO, M. C. Compreendendo a Situação de Estudo. In: XXI Seminário de Iniciação Científica, 2013, Ijuí. **Anais...** Ijuí/RS, 2013.