

Articulação entre a pedagogia freireana e o enfoque CTSA: análise de uma experiência de formação docente

Aroldo Nascimento Silva¹, Karina de Souza Silveira², Ana Cristina da Silva Monteiro³

¹Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo (USP/Brasil).

^{2,3} Universidade Federal Fluminense (UFF/Brasil).

Articulation between Freire's pedagogy and the STSE approach: analysis of a teacher training experience

Informações do Artigo

Recebido: 01/07/2020

Aceito: 19/12/2020

Palavras chave: formação de professores; ensino de química; CTSA; pedagogia freireana.

Key words: teacher education; teaching of chemistry; STSE; Freire's pedagogy.

E-mail: arosilva32@gmail.com

ABSTRACT

This article analyzes possible approximations between the Freirean perspective of education and the Science, Technology, Society and Environmental (STSE) approach, in the context of a didactic intervention elaborated, applied and evaluated by two undergraduate students in chemistry, from the topic: the socio-environmental impacts associated with the disposal of slag by the *Companhia Siderúrgica Nacional*. Therefore, qualitative research methodologies were adopted, with the data constituted by interviews, a lesson plan, observation notes and an audio recording of the class taught. The data interpretation, based on articulations between the STSE approach and Paulo Freire's reflections on the knowledge necessary for education practice, highlights the importance of creating conditions for the undergraduate to reflect on their teaching concepts, to promote a Science education aimed at forming critical citizens and transforming the social, economic and political order that oppresses us.

INTRODUÇÃO

O rápido desenvolvimento científico e tecnológico nas últimas décadas gerou significativas transformações em nosso modo de vida e, conseqüentemente, para o planeta. Neste sentido, torna-se essencial que os futuros professores de química mobilizem seus conhecimentos específicos e pedagógicos na seleção de conceitos relevantes para seus estudantes, sem perder de vista uma visão crítica acerca das implicações social, política e econômica que moldam a atividade científica.

Na literatura da área de Educação Química, encontram-se inúmeros trabalhos que discutem a importância e a complexidade envolvida na formação de professores. É consensual a ideia de que este profissional tenha a capacidade de mobilizar uma base de conhecimentos na promoção de um ensino de ciências sensível às demandas da atualidade,

que compreenda o conteúdo químico não como um fim em si mesmo, mas, como um meio para a formação crítica dos estudantes (MALDANER, 2006; ECHEVERRÍA; ZANON, 2016).

Todavia, há inúmeras críticas com relação ao modelo empregado na formação inicial de professores que ocorre em nossas instituições de ensino superior. Schnetzler e Antunes-Souza (2019) colocam, dentre outros aspectos, que a falta de integração entre as disciplinas específicas e pedagógicas não possibilita aos licenciandos compreenderem os diferentes caminhos envolvidos em um processo de reelaboração conceitual. Este tipo de formação, geralmente calcado na chamada racionalidade técnica, entende a atividade de ensino como algo simplista, em que basta conhecer a matéria a ser ensinada e algumas técnicas pedagógicas para o exercício da atividade docente (CARVALHO; GIL-PÉREZ, 2011).

As mudanças necessárias para esse cenário exigem a valorização das experiências que constituem o repertório histórico-cultural do licenciando. Assim, no decorrer da formação inicial, é fundamental discutir os aspectos epistemológicos e sociológicos da química, no intuito de que os futuros professores explicitem os seus saberes tácitos, suas concepções de ensino, de aprendizagem e de avaliação. Esse processo não é algo simples de ser realizado, sendo necessário, criar condições para que o licenciando reflita sobre suas concepções, em um processo contínuo de reelaboração de suas ideias, e isso demanda tempo e condições (MALDANER, 2006).

Neste sentido, na atualidade há programas institucionais que aproximam o licenciando da realidade escolar antes do estágio curricular obrigatório. Apesar de não ser o único, o principal programa voltado para aquisição de conhecimentos relacionados à prática docente é o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) implantado nas universidades federais em 2008 (ANDRADE; MASSENA, 2019). Neste trabalho, apresentamos os resultados obtidos no âmbito do Programa Licenciaturas da Universidade Federal Fluminense (UFF), voltado para a formação de docentes na educação básica.

Trata-se de uma investigação realizada por duas licenciandas em química e teve como objetivo geral elaborar, aplicar e analisar uma proposta de ensino para a educação básica, a partir do seguinte tema: os impactos socioambientais associados ao descarte da escória, subproduto da produção do aço pela Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), por meio do enfoque CTSA (Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente). Esta investigação foi utilizada neste trabalho como um meio para compreender como as licenciandas articulam a perspectiva freireana de educação ao enfoque CTSA no desenvolvimento da proposta.

O uso dessa temática oportunizou às futuras educadoras utilizar a experiência dos estudantes que vivem no mesmo local da usina para que, de forma dialógica, realizassem uma reflexão crítica sobre a maneira como o ser humano apropria-se dos recursos naturais. Assim, busca-se responder as seguintes questões de pesquisa: como os aspectos históricos e do contexto local são mobilizados pelas futuras educadoras para desenvolver o tema a partir do enfoque CTSA? De que forma as licenciandas efetivam um ensino de modo a estabelecer uma relação dialética entre o contexto e os conceitos científicos?

Nessa perspectiva, este artigo tem o objetivo de compreender como as licenciandas se apropriam dos aspectos teóricos do enfoque CTSA e como se dá a integração entre os diferentes saberes necessários para o ensino no desenvolvimento e na realização de uma

prática educativa que valorize o protagonismo do educando na construção do conhecimento.

O ENFOQUE CTS E CTSA NA EDUCAÇÃO

Desde meados da década de sessenta do século passado, o movimento de ensino de ciências em uma perspectiva CTS ocupa um espaço importante no desenvolvimento de novas propostas educacionais, tendo como objetivo central a formação de indivíduos que sejam capazes de refletir e de se posicionar criticamente frente às questões que nos afetam como sociedade. Esse enfoque caracteriza-se por atrelar os conteúdos científicos, de forma dialogada, com as dimensões social, política e econômica, de modo a desvelar os interesses e as contradições inerentes ao sistema econômico vigente (ACEVEDO, 1996; SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS, 2008; SANTOS; SCHNETZLER, 2010; BOUZON et al., 2018).

Acerca das discussões sobre ciência, tecnologia e sociedade, a literatura no campo da educação científica apresenta duas denominações: enfoques CTS e CTSA. O estudo realizado por Luz, Queiroz e Prudêncio (2019) indica que o uso da letra “A”, referente a Ambiente, à tríade CTS, divide a opinião entre os pesquisadores, pois, para alguns a questão ambiental é inerente ao enfoque CTS, ao passo que para outros, o movimento CTSA surge no intuito de abarcar de forma obrigatória a dimensão ambiental.

A falta de uma compreensão clara acerca do que caracteriza um enfoque em relação a outro gera uma multiplicidade de sentidos atribuídos pelos pesquisadores aos termos CTS e CTSA, a saber: i) como sinônimos: os termos possuem o mesmo significado, sendo substituídas sem comprometimento de sentido; ii) como complementares: os termos apresentam algum tipo de distinção, sendo que o termo CTSA é utilizado nas discussões que abordam a questão ambiental, de modo a complementar o enfoque CTS; iii) CTSA como evolução de CTS: ao incorporar a questão ambiental, acaba por superar e dar um outro significado ao CTS; iv) de forma aproblemática: as investigações não explicitam diferenças ou semelhanças no uso das denominações, nem uma explicação pela escolha de uma das nomenclaturas (LUZ; QUEIROZ; PRUDÊNCIO, 2019).

Neste trabalho utilizamos o termo CTSA. Esta escolha se deve ao fato do tema contemplado pelas licenciandas ter tido como eixo estruturante a questão ambiental em suas múltiplas dimensões, ou seja, partiu-se de uma realidade socioambiental específica constituída em função do contexto histórico, político, econômico e tecnológico da cidade que serviu de sede para a construção da usina.

Apesar de ser um enfoque reconhecido e praticado por inúmeros educadores e pesquisadores, o que demonstra a sua importância no cenário educacional, a literatura tem apontado a existência de discursos divergentes em relação ao seu entendimento e a existência de diferentes abordagens, programas de ensino e métodos pedagógicos. Essa pluralidade de significados dificulta o entendimento de como se dá o enfoque CTS e CTSA na prática e quais são as orientações metodológicas que norteiam suas ações (SANTOS; MORTIMER, 2002; SANTOS, 2008; PEDRETTI; NAZIR, 2011).

Para Santos (2008), a incorporação da concepção humanística de educação de Paulo Freire aos pressupostos da abordagem CTS poderia resgatar o caráter crítico presentes em suas origens. Assim, a inclusão de aspectos sociocientíficos ao currículo contribui para uma ação problematizadora, que resulte em uma postura interferente do ser humano sobre o seu contexto.

Neste trabalho, tomamos a problematização a partir da perspectiva freireana, o que significa, lançar um olhar atento sobre uma comunidade, tendo em vista os aspectos social, econômico, cultural e ambiental, permitindo o recorte de uma situação específica para a mediação pedagógica. Para tanto, nos amparamos nos pressupostos estruturantes do tema gerador, a saber: i) estudo da realidade: envolve a seleção de uma situação que seja relevante em relação ao sujeito, a comunidade em si e a história local; ii) visão de totalidade e abrangência dessa realidade, de modo a evidenciar ao estudante que apenas o seu conhecimento não é suficiente para o entendimento do objeto de estudo, sendo necessário ampliá-lo; iii) ruptura do conhecimento do nível do senso comum: entende-se que as ideias que se manifestam a partir do senso comum não são suficientes para explicar um dado fenômeno; iv) metodologia dialógica: fundamenta-se em um trabalho centrado no diálogo entre professor e estudante, que fomente a participação do estudante e a discussão coletiva (MORI e CUNHA, 2020).

Essa abordagem vai ao encontro das ideias de Auler e Delizoicov (2001) que, ao discutirem o papel da alfabetização científico-tecnológica na educação, contemplam uma reflexão em torno de duas perspectivas distintas, a reducionista e a ampliada. Calcada em uma matriz positivista, a perspectiva reducionista coloca o conhecimento científico de maneira hierárquica sobre outras formas de conhecimento, desconsiderando os aspectos epistemológicos e sociológicos que moldam esse construto humano. Por sua vez, a perspectiva ampliada questiona essa visão, problematizando o ensino de conceitos de modo a evidenciar como a ciência e a tecnologia influenciam e são influenciadas pelas dimensões política, social e econômica.

Essas considerações revelam que o enfoque CTS se dá por uma abordagem de ciência em sua perspectiva ampliada, que extrapola os processos que ocorrem dentro de uma comunidade científica. Nesse sentido, há uma série de aspectos que poderiam ser trabalhados no ensino, como questões de natureza filosófica, sociológica, histórica, política, econômica e humanística (ROSENTHAL, 1989).

A diversidade temática e as inúmeras concepções que ambos os enfoques apresentam demonstra a sua complexidade, algo que, segundo Aikenhead (2005), é positivo para o ensino, contudo, resulta em inúmeras correntes sobre o tema. Pedretti e Nazir (2011) apresentam um mapeamento do campo, identificando, explorando e criticando seis correntes com o enfoque CTSA na educação: aplicação/design; histórica; raciocínio lógico; centrada em valores; sociocultural e justiça socioambiental. É válido destacar que cada uma delas coloca o indivíduo diante de situações com objetivos distintos, como utilizar o conhecimento científico para projetar e construir um artefato ou até mesmo desenvolver um plano de ação para solucionar uma problemática socioambiental.

O resgate desses pressupostos teóricos evita recair no esvaziamento do enfoque CTS, que em muitos casos se traduz no chamado ensino do cotidiano, limitado a nomear termos

científicos e abordar episódios isolados do dia a dia à margem dos problemas sociais (SANTOS; MORTIMER, 2002). Como argumenta Aikenhead (1994), esse é um artifício utilizado por professores para tornar as aulas de ciências mais interessantes, utilizando o CTS apenas como um elemento de motivação, ou seja, é uma forma de diminuir a carga conceitual de cursos onde esta é elevada.

Com relação ao uso do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) na formação de professores, Rodriguez e Del Pino (2019) discutem como o reconhecimento dos seus aspectos teóricos e práticos fomentam o processo de reconstrução da identidade docente e contribui para a melhoria do processo de ensino e aprendizagem. Lacerda e Strieder (2019), por sua vez, utilizam relatos de licenciandos para compreender como o enfoque CTS colabora para o desenvolvimento da autonomia docente, algo que se traduz em uma visão mais crítica em relação ao currículo e à escolha de estratégias metodológicas para o ensino. Esses trabalhos demonstram que, colocar os professores em formação inicial em contato com os aspectos teóricos e práticos que norteiam esse campo, é fundamental para que os pressupostos dessa abordagem sejam incorporados de forma crítica no planejamento e na prática de ensino.

CONTEXTO E METODOLOGIA

Este trabalho, de natureza qualitativa, resulta de uma pesquisa desenvolvida em conjunto com duas licenciandas em química da UFF, situada no estado do Rio de Janeiro, Brasil. A escolha por duas licenciandas, denominadas aqui por L1 e L2, teve como premissa fomentar o trabalho colaborativo e a troca de conhecimentos e experiências, visto que ambas estão em períodos distintos da graduação, com L1 cursando o terceiro ano da licenciatura em química e L2, o primeiro ano.

O Programa Licenciaturas, do qual fez parte este trabalho, é voltado para inserção dos estudantes de Licenciatura na atividade docente e, além disso, integra uma série de estratégias no combate à retenção e evasão universitárias.

A pesquisa, com duração de oito meses, contou com a orientação de um professor universitário (primeiro autor do trabalho), cujo papel central foi a organização de momentos de estudo e discussão dos aspectos teóricos da pesquisa. As licenciandas desenvolveram e aplicaram juntas uma proposta de ensino, calcada no enfoque CTSA, para estudantes da 1ª série do ensino médio a partir do tema: os aspectos socioambientais envolvidos no descarte da escória, subproduto do processo siderúrgico de obtenção do ferro-gusa pela CSN. O interesse pelo tema se dá pelo fato do *campus* da universidade situar-se no município de Volta Redonda, local em que se encontra a usina. A cidade possui uma população estimada em 273 mil habitantes, situa-se na região sudeste do país e é cortada pelo Rio Paraíba do Sul, responsável pelo abastecimento de água da região.

É a leitura desse contexto, de modo a desvelar o que é explícito e implícito, que resultou no acesso ao objeto de estudo para, em um momento posterior, realizar-se a prática de ensino. No decorrer do percurso, destacam-se três etapas fundamentais.

A primeira etapa remete ao entendimento da escolha de Volta Redonda como sede para abrigar siderúrgica. Este olhar, que permeia a história e os aspectos geopolíticos, visou

compreender o esforço realizado pelo governo federal para implementar a primeira grande siderúrgica no país e como se constituiu a teia de relações entre a população local e a usina. Esse conjunto de aspectos norteou a segunda etapa da investigação, na qual as licenciandas partiram de entrevistas estruturadas com oito moradores da cidade para acessar o olhar de cada um dos sujeitos em relação às atividades desenvolvidas pela CSN e sobre a poluição gerada em função do descarte da escória. O quadro 1 apresenta o tempo que cada entrevistado reside no município.

Quadro 1: O tempo que cada entrevistado reside em Volta Redonda.

Entrevistado	1	2	3	4	5	6	7	8
Tempo (anos)	20	17	10	19	40	29	56	15

Fonte: Elaborado pelos autores.

A última etapa, atrelada à prática de ensino, envolveu a seleção dos conceitos científicos que se coadunam com a proposta, estabelecendo o diálogo entre os aspectos históricos e sociais que moldam a identidade da cidade. Segundo Aikenhead (1994), esse tipo de abordagem foca no conteúdo CTS e os conceitos científicos são contemplados para enriquecer a aprendizagem. Três conceitos foram contemplados, a saber: propriedade dos materiais; biomagnificação; e transformações químicas e físicas.

A proposta de ensino, elaborada a partir dessas etapas, culminou na realização de uma aula, com duração de sessenta minutos, realizada na universidade durante a Semana Nacional de Ciência e Tecnologia (SNCT), com a participação de quatro escolas públicas no total. Em função do número de estudantes, as licenciandas realizaram a atividade de ensino em quatro sessões distintas, atendendo cerca de trinta estudantes por sessão.

A coleta de dados, realizada no decorrer de todo o processo de pesquisa, foi constituída por entrevistas estruturadas com moradores, plano de aula elaborado pelas licenciandas, registro em áudio da aula ministrada e notas de observação feitas pelo professor orientador no decorrer das aulas.

As entrevistas, registradas em áudio para posterior transcrição, foram realizadas individualmente com moradores do município e partiu de sete questões, a saber: 1) Há quanto tempo reside Volta Redonda?; 2) Como surgiu a cidade?; 3) O que é produzido pela CSN?; 4) Quais são os benefícios e os malefícios que a CSN traz para o município?; 5) Quais são as soluções para os malefícios?; 6) Qual a composição do “pó preto” que encontramos disperso pela cidade? 7) O desenvolvimento econômico gerado pela CSN gera, por um lado, emprego e melhores condições de vida para os habitantes da cidade, por outro, os problemas ambientais que resultam de sua atividade estão presentes em nosso cotidiano, seja por meio da poluição do ar, da água e dos problemas respiratórios que conversamos. Como você pensa essa questão que envolve desenvolvimento econômico e meio ambiente? Existe uma maneira de produzirmos riqueza sem impactar o meio ambiente e as próprias pessoas?

O plano de aula (quadro 2), apresentado na próxima seção, mostra como as licenciandas realizaram a articulação entre a situação do contexto local e os conceitos

científicos para problematizar o tema, tendo em vista as expectativas de aprendizagem e os diferentes recursos utilizados. Por fim, no intuito de analisar como as licenciandas desenvolvem o tema proposto e interagem com os estudantes, realizou-se o registro em áudio e notas de observação das aulas ministradas.

A interpretação dos dados foi realizada a partir de articulações entre os pressupostos do enfoque CTSA e nas reflexões de Paulo Freire, em particular, com a obra “Pedagogia da Autonomia: saberes necessários à prática educativa” (FREIRE, 2015).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O estudo da realidade por meio dos aspectos históricos e dos sujeitos envolvidos

O modelo de desenvolvimento pautado pela visão capitalista, historicamente constituído, resulta em uma série de problemas ambientais, como a poluição do ar. Trata-se de algo presente nas cidades e se tornam questões de saúde pública, que precisam ser debatidas na esfera social, política e econômica na busca de soluções. O discurso neoliberal leva a pensar que não se pode fazer nada em relação a esse tipo de problema, pois, a poluição do ar seria, dentre outros aspectos, um ônus a se arcar em função do desenvolvimento econômico, que gera empregos e riqueza. Como argumenta Freire (2015), esse tipo de discurso imobiliza e tenta convencer as pessoas de que a realidade é algo dado e imutável.

Significa reconhecer que somos seres *condicionados*, mas não *determinados*. Reconhecer que a história é tempo de possibilidade e não de determinismo, que o futuro, permita-se-me reiterar, é *problemático* e não inexorável (FREIRE, 2015, p. 20).

Se vivemos em uma cidade constituída a partir de uma indústria, não nos cabe silenciar e simplesmente nos adaptarmos às as condições do meio. A história não é algo estanque, portanto, devemos, no contexto das lutas sociais, buscar outras possibilidades de estar no mundo, de forma mais justa e sustentável.

Esses pressupostos nortearam o tratamento do objeto de pesquisa e a elaboração da proposta de ensino. Não se deve na prática educativa adaptar o estudante a uma realidade que é tida como “quase natural”, mas, construir de forma dialogada e criativa as possibilidades de intervir no mundo para transformá-lo (FREIRE, 2015).

Nesse percurso, foi fundamental acessar o entendimento dos moradores sobre a história de Volta Redonda, as atividades desenvolvidas pela CSN e a questão da poluição do ar, atrelada especificamente ao descarte da escória. Todos os entrevistados residem na cidade há mais de 15 anos, sendo que o entrevistado mais antigo reside há 56 anos. Ao serem questionados sobre formação da cidade (questão 2), todos afirmam que a sua constituição está atrelada à construção da usina, como podemos ver na passagem a seguir.

Volta Redonda fazia parte de Barra Mansa e [...] nasceu na época de Getúlio Vargas quando ele fundou a CSN. Com a companhia nasceu Volta Redonda.

[Para a cidade] vieram trabalhadores de Minas Gerais, principalmente das redondezas para trabalhar na CSN, tanto que a maioria dos moradores daqui são de Minas Gerais, São Paulo e Rio. Vieram e fizeram família aqui. Volta Redonda existe por causa da CSN. (Fala do morador 1 na entrevista)

A fala do morador 1 evidencia o fato de que a cidade nasceu em função da CSN. Este é um aspecto que marca a história do lugar e o tipo de relação que as pessoas estabelecem com a empresa. Compreender a implementação do primeiro grande complexo siderúrgico brasileiro, a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), e a escolha do município de Volta Redonda no Estado do Rio de Janeiro como sede para construção da usina, permeia o entendimento de aspectos de natureza política e econômica. Como pontua o morador, a usina, concebida no período do Estado Novo (1937-1946), é um dos símbolos da era Vargas.

A escolha de Volta Redonda para a instalação da usina se deve à sua posição geográfica, próxima à cidade do Rio de Janeiro e aproximadamente a 350 km da cidade de São Paulo, as matérias primas podem ser acessadas a um custo relativamente baixo e posteriormente enviadas para os dois principais mercados consumidores do país. Além disso, do ponto de vista socioeconômico, a cidade localiza-se no Vale do Paraíba do Sul, região em que os salários na época eram cerca de 30% mais baixos em relação ao Rio de Janeiro (FONTES; LAMARÃO, 2006).

É inegável o papel da empresa no desenho do espaço urbano e na identidade da cidade. Após a privatização, que ocorreu em meados de 1993, a empresa passou por um processo de internacionalização e de abertura de capital. Segundo Magalhães e Sá Rodrigues (2015), a privatização desencadeou uma série de transformações, como por exemplo, o enxugamento do quadro de funcionários e a expansão do setor de serviços, que passou a dinamizar a economia local.

Os moradores, quando questionados em relação ao que é produzido na CSN (questão 3), mencionam que o principal produto é o aço, como ilustra a passagem a seguir.

[...] é produzido aço. Eles usam como matéria-prima o ferro. Aí tem todo um processo, vai para o forno [inaudível]. Produz cimento, a energia deles, mexem com logística, mas o principal que eles mexem é o aço. (Fala do morador 2 na entrevista).

Diferentemente dos demais entrevistados, apenas o morador 2 elaborou uma explicação sobre a produção do aço, com destaque para a matéria-prima utilizada e o uso do alto-forno. A partir dessa questão, procurou-se conhecer a visão dos moradores sobre os benefícios e os malefícios que a usina trouxe para a cidade. A seguir, destacamos as principais colocações.

Com relação aos benefícios: Volta Redonda, sem a CSN, não teria estrutura. [...] a CSN trouxe tudo para a cidade, por exemplo, onde eu estudei, foi um colégio da fundação CSN, então, tem muitas coisas que são ligadas à CSN. Com relação aos malefícios: a questão do meio ambiente, produz substâncias poluidoras, como o pó preto. (Fala do morador 3 na entrevista)

Com relação aos benefícios: Bem no início, Volta Redonda era praticamente alimentada economicamente pela CSN, era um dos únicos meios que a família tinha de se sustentar, pois, era [o] emprego melhor que tinha no nosso município. Então, muitas famílias criaram seus filhos, sendo sustentados realmente pela Usina. E já [há] algum tempo, principalmente depois da privatização da Usina, o nosso comércio, ele vem tomando cada ano mais força, onde muitas pessoas vem vindo para trabalhar no comércio, temos recebido novos comércios, mais shoppings com lojas de grandes metrópoles, e esse fator tem realmente abastecido muito o trabalho de Volta Redonda e hoje não é tanto o foco, embora a Usina tenha uma grande referência [...], mas, não temos a Usina como o principal meio de trabalho do nosso município. Com relação aos malefícios: Ah, a gente percebe nitidamente, como até mesmo na minha família, um nível altíssimo de processo alérgico causado por esses danos, esses resíduos, que a CSN joga no ar, causando muitos problemas respiratórios, bronquites, asma, rinite e sinusite. Volta Redonda a cada ano que passa, a gente vem percebendo que esse índice tem aumentado, o sentimento que a gente tem é que eles deixaram um pouco de lado, esse lado de cuidar realmente, ou não estão fazendo como deveria, porque a gente vem percebendo principalmente durante a madrugada, um cheiro diferente, você sente que o ar está carregado e isso realmente tem prejudicado bastante a nossa população. (Fala do morador 5 na entrevista)

As colocações dos moradores reforçam a importância da CSN para a implantação da infraestrutura urbana da cidade e a construção de uma identidade coletiva, um imaginário de pertencimento entre os indivíduos e a empresa, como uma família. As colocações do morador 5, por exemplo, vão ao encontro do que coloca Magalhães e Sá Rodrigues (2015), pois, a partir da privatização ocorreu um rompimento do vínculo estabelecido até então pela companhia. Se antes havia um vínculo empregatício duradouro, com empregos estáveis, um sentimento de pertencimento e o investimento em aparelhos socioculturais, na atualidade, a cidade se vê em busca de uma nova identidade, de um projeto urbanístico e econômico com menor dependência da CSN. Este é um desafio de uma cidade monoindustrial, que historicamente se constituiu em função da empresa.

Com relação aos malefícios (questões 4 e 5), todos os moradores colocam a questão da poluição como algo que preocupa, sobretudo em função dos problemas respiratórios que acometem a população e o sentimento de que isto não é uma das prioridades da companhia. Ao serem questionados sobre uma possível solução para o problema, os moradores colocam:

Eu sou leiga nisso, mas acho que seria fundamental uma fiscalização mais rigorosa. (Fala do morador 6 na entrevista)

A solução [...], ter maior seriedade no tratamento dessa segurança para a população, cuidando, montando uma política pública que possa realmente

resultar em uma maior segurança, propiciar aos habitantes [...] um ar pelo menos mais favorável a um convívio com saúde, pois isso não temos percebido mais. Alguns bairros que são mais próximos sofrem muito, [...], ocasiona vários problemas de saúde. Esse período do ano então, [...], a umidade do ar fica muito baixa, e a população com certeza sofre muito [...]. (Fala do morador 5 na entrevista)

As falas traduzem uma sensação de que falta uma fiscalização rigorosa ou até mesmo a elaboração de uma política pública que contemple a questão ambiental. Apesar do problema ser reconhecido e afetar diretamente a população, os moradores não se colocam como parte da solução, ou seja, eles não se veem como atores políticos capazes de exercer pressão na busca de uma solução. Segundo Leite Lopes (2004), o fato de a população ter uma percepção do problema e experiência física direta com os materiais emitidos pela fonte poluidora, por si só, não é suficiente para a mobilização popular. Segundo o autor, para que não ocorra a naturalização da fonte poluidora se faz necessário que o problema assuma uma dimensão ambiental ou de saúde, tornando-se uma questão social.

A problemática ambiental vai ao encontro do nosso objeto de estudo. Sabe-se que a CSN utiliza um Pátio de sua propriedade para depositar os resíduos siderúrgicos provenientes da aciaria e do alto-forno. O beneficiamento desse material - a escória - é realizado por uma empresa contratada pela usina. Do volume total de rejeitos a ser beneficiado, cerca de 38% são destinados, principalmente, para pavimentação de ruas e fabricação de cimento, sendo que o restante se acumula de forma progressiva (MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL, 2018). O que desperta a atenção dos moradores, dos órgãos públicos e da imprensa é a quantidade de resíduo sólido que fica próximo à margem do Rio Paraíba do Sul, responsável pelo abastecimento de água de parte da região fluminense (RJTV, 2018).

Além da escória depositada no Pátio, é perceptível nos bairros próximos à Usina a presença de um material sólido particulado (pó preto), que em função da corrente de ar acaba se dispersando no espaço público. De acordo com Pinheiro (2012) este pó preto é composto por partículas de minério que ficam em suspensão e que poluem o ambiente e resultam em transtornos respiratórios na população.

Em função das incertezas que existem em relação as consequências para o meio ambiente e para a saúde pública, procura-se conhecer o entendimento dos moradores acerca desse problema (questão 6).

Eu tenho amigos que a casa [...] fica cheio de pó preto. Na minha antiga escola, uma professora fez um experimento de pegar um ímã com uma folha branca. Então creio [...] que esse pó preto tenha resíduos de ferro, que é o que a gente respira, né? Imagina um monte de pó preto dentro do nosso pulmão. (Fala do morador 4 na entrevista)

[...] desconheço, mas eu creio que seja pó de ferro, porque observa-se um brilho quando a gente faz a limpeza da casa e quando a gente lava o pano,

que passa na casa, fica sobre a água aquele brilho como se fosse pó de ferro [...]. (Fala do morador 6 na entrevista)

Não eu não sei a composição, porém, tenho curiosidade em saber. (Fala do morador 7 na entrevista)

Todos os entrevistados reconhecem a presença desse material particulado em seu cotidiano, seja em casa, no quintal ou até mesmo nas ruas da cidade. Apesar de muitos não terem certeza sobre a sua composição, eles desconfiam que se trata de resíduo de ferro. Este é um aspecto que podemos concluir em função dos relatos, como a experiência descrita pelo morador 1 e as características do material mencionadas pelo morador 6.

Por fim, questiona-se os moradores sobre as relações entre desenvolvimento econômico e meio ambiente (questão 7), na busca de caminhos para a produção de riqueza sem impactar o meio ambiente e a comunidade local. A seguir, apresentamos algumas colocações.

Depende muito do processo e do que você quer produzir. Por exemplo, a extração de petróleo é um impacto ambiental, se você extrair já está causando um impacto ambiental. A Mineração, [a] mesma coisa. [...] acredito que o processo de [produção do] aço tem como reduzir bastante o impacto ambiental através de tecnologia. Hoje em dia existe tecnologia de monitoramento, de controle, diversos tipos e diversos preços, é uma tecnologia acessível, basta só querer investir nesse tipo de tecnologia. (Fala do morador 2 na entrevista)

Sim, ainda mais hoje, com tanta tecnologia. Tem como você fazer uma produção mais centrada na questão de não prejudicar o meio ambiente, porque hoje tem muitas empresas que são ligadas a isso. Para isso, deve ter investimento! (Fala do morador 3 na entrevista)

Existe sim, essas medidas devem ser tomadas, temos que conciliar os dois para conseguir crescer cada vez mais e não perder o nosso meio ambiente. A empresa deve ser fiscalizada para tomar medidas que diminuam a sua poluição em nossa cidade, como até mesmo realizar um processo com alta tecnologia para reaproveitar os seus rejeitos. (Fala do morador 7 na entrevista)

Os entrevistados afirmam que a redução dos impactos socioambientais passa pelo investimento em tecnologia. As falas demonstram a necessidade de contemplar na educação discussões em torno da alfabetização científico-tecnológica em uma perspectiva ampliada. A ideia de que basta a empresa investir em tecnologia para resolver o problema demonstra uma visão reducionista do conhecimento científico, na qual a ciência por si só tem as soluções para os nossos problemas, bastando apenas aplicar a tecnologia que deriva desse conhecimento. Se faz necessário o entendimento de que a sociedade pode influenciar na escolha e na forma como determinada tecnologia é aplicada, afinal, como afirmam Auler e

Delizoicov (2001), a ciência e a tecnologia são formas de conhecimento influenciadas pelas esferas social, política e ambiental. A busca por um desenvolvimento urbano sustentável, que dialogue com gestão democrática, direito à cidadania e condições de vida urbana dignas a todos passa pela compreensão desses aspectos.

Essa malha construída por meio da visão dos moradores, dos aspectos históricos, geopolíticos e o diálogo com a literatura são estruturantes para a realização do estudo da realidade. É a leitura de uma situação que tenha significado para a comunidade local, de modo a localizar suas contradições, que permitem acessar o objeto de estudo e planejar o ensino através de ações em que o processo de reelaboração conceitual não recaia na transmissão de conhecimento, mas crie as possibilidades para a sua construção, que rompa com a ingenuidade do senso comum e que fomente a capacidade criativa do educando (FREIRE, 2015).

Segundo Freire (2015), um dos saberes fundamentais para a prática docente é a abertura para o contorno geográfico e social dos educandos:

A formação de professores e das professoras devia insistir na constituição deste saber necessário e que me faz certo desta coisa óbvia, que é a importância inegável que tem sobre nós o contorno ecológico, social e econômico em que vivemos. E ao saber teórico desta influência teríamos que juntar o saber teórico-prático da realidade concreta em que professores trabalham (FREIRE, p. 134, 2015).

O estudo de elementos da realidade por meio de um olhar que abrange a história, a geopolítica e a visão dos moradores em relação às atividades da CSN na cidade de Volta Redonda foram estruturantes para as licenciandas no acesso ao objeto de estudo, no planejamento e na realização de uma prática de ensino que tenha como ponto de partida e de chegada o respeito a leitura de mundo dos sujeitos envolvidos. Esse movimento de pesquisa, visando um fim pedagógico, contribui para a formação do professor/pesquisador reflexivo, que incorpore em sua ação pedagógica os conteúdos científicos em suas múltiplas dimensões, de modo a fomentar a formação de sujeitos críticos e que saibam se posicionar diante de questões complexas (SANTOS e MORTIMER, 2002; SANTOS, 2008; FREIRE, 2015).

A proposta de ensino com enfoque CTSA

Neste espaço contempla-se uma discussão em torno da proposta de ensino e os saberes mobilizados pelas licenciandas na prática de ensino. A inserção do tema no ensino de química para estudantes da 1ª série do ensino médio teve como premissa a escolha de conceitos que dialoguem com o contexto apresentado. É esta “tensão dialética” entre conceito e contexto que, como colocam Mortimer, Machado e Romanelli (2000), auxilia na organização e no modo como se dá a abordagem em sala de aula. O tema é ligado ao contexto local e é isto que organiza a seleção dos conceitos contemplados, como mostra o quadro 2.

Quadro 2: A organização da proposta de ensino a partir do contexto.

Situação do contexto	Conceitos científicos	Expectativas de aprendizagem	Recursos utilizados
<p>1º MOMENTO</p> <p>- A constituição da cidade de Volta Redonda a partir do advento da CSN.</p> <p>- Os impactos socioambientais relacionados ao descarte da escória, subproduto da produção do ferro-gusa.</p>	<p>- Propriedades dos metais.</p> <p>- Separação magnética.</p>	<p>- Refletir como, do ponto de vista histórico e geopolítico, se deu a escolha de Volta Redonda como sede para a construção da CSN.</p> <p>- Analisar os impactos socioambientais atrelados ao descarte da escória.</p> <p>- Caracterizar a escória como um material homogêneo, cujo aspecto é uniforme de ponto a ponto.</p> <p>- Compreender que os materiais podem ser separados em função do conhecimento de suas propriedades químicas e físicas.</p>	<p>- Giz, lousa e projeção de slides.</p> <p>- Amostra de escória e ímã.</p>
<p>2º MOMENTO</p> <p>A presença de metais pesados, como o ferro, no Rio Paraíba do Sul e suas consequências para o Homem.</p>	<p>- Biomagnificação.</p>	<p>- Compreender como se dá o aumento da concentração de uma substância nos organismos vivos, à medida que se acumula ao passar de um nível trófico a outro em uma cadeia alimentar.</p>	<p>- Projeção de slides.</p> <p>- Atividade de construção de uma cadeia alimentar.</p>
<p>3º MOMENTO</p> <p>O processamento do minério de ferro na produção do aço.</p>	<p>- Transformações químicas e físicas.</p>	<p>- Ordenar e analisar as etapas da produção siderúrgica de aço.</p> <p>- Reconhecer que em uma transformação química há formação de novas substâncias, evidenciadas por: mudança de cor, odor, temperatura, formação de precipitado ou de um gás.</p> <p>- Reconhecer que em uma transformação física não há formação de novas substâncias.</p>	<p>- Giz, lousa e projeção de slides.</p> <p>- Atividade com as etapas da produção siderúrgica de aço com base no minério de ferro.</p>

Fonte: Elaborado pelos autores.

É a situação do contexto, como ilustra o quadro 2, que orienta a escolha dos conceitos científicos. Segundo Aikenhead (1994), neste tipo de escolha o conteúdo de CTS é o foco e os conceitos científicos são mencionados, sem a intenção de abordá-los

sistematicamente. As licenciandas, ao desenvolver uma prática de ensino a partir de algo que não está estabelecido no currículo escolar, exercitam um dos saberes fundamentais da docência, de não apenas ensinar os conteúdos, mas, sobretudo ensinar a pensar certo. Segundo Freire (2015), o pensar certo, é uma das condições para o educador tornar-se um professor crítico e não um repetidor de ideias inertes, como mostra a seguinte passagem:

O intelectual memorizador, que lê horas a fio, domesticando-se ao texto, temeroso de arriscar-se, fala de suas leituras quase como se estivesse recitando de memória – não percebe, quando realmente existe, nenhuma relação entre o que leu e o que vem ocorrendo no seu país, na sua cidade, no seu bairro (FREIRE, 2015, p. 29).

Ao partir do que ocorre na cidade, estabelece-se um vínculo entre o currículo e a experiência que os estudantes possuem como indivíduos. Ao invés de lamentar a realidade, como algo dado e imutável, cada situação apresentada no decorrer da aula visa romper com a ingenuidade do senso comum, estimular a busca de alternativas e evidenciar a nossa condição de sujeitos históricos, de intervir no mundo em busca de alternativas para modificar a realidade (FREIRE, 2015).

No 1º momento da aula, de forma dialogada, explorou-se a visão dos estudantes sobre o surgimento da cidade e a construção da CSN.

Quadro 3: 1º momento da aula – parte 1 de 5.

L1: [...] Vocês sabem como surgiu a cidade de Volta Redonda? Por que a cidade [...] foi escolhida para construção de uma usina?

E1: Foi escolhida por uma questão logística, porque está perto das minas, de Minas Gerais e do porto da cidade [do Rio de Janeiro].

L1: Mais alguém? (ruídos). Exatamente! Volta Redonda foi pensada na época de Getúlio Vargas, dentro de uma ideia desenvolvimentista. [...] E a escolha da cidade de Volta Redonda, como disse o aluno, se deve ao fato de ficar localizada entre Minas, pois as minas da CSN ficam localizadas em Minas Gerais, sendo que São Paulo e Rio, [são] os principais consumidores de aço. E tem outro fator, o salário aqui na região era menor em relação aos salários pagos na capital, o Rio de Janeiro.

Fonte: dados da pesquisa.

A narrativa inicial sinaliza aos estudantes que na aula serão discutidos aspectos da cidade e da usina. Abordar a questão história e os aspectos geopolíticos que explicam a escolha de Volta Redonda como sede para a construção da siderúrgica foi o percurso desenvolvido para problematizar o objeto de estudo. Trata-se de uma situação relevante em relação aos sujeitos envolvidos e a história local. Em seguida, para discutir os impactos socioambientais associados ao descarte da escória, realizou-se uma atividade de sensibilização, transcrita a seguir, conforme trecho destacado no quadro 4.

Quadro 4: 1º momento da aula – parte 2 de 5.

L2: Vocês conseguem enxergar esse material que está aqui dentro desse pote?

Alunos: Sim!

L2: Vocês podem descrever a aparência?

E2: É preto! Tipo um pó...

Fonte: dados da pesquisa.

A partir da colocação da estudante, L2 explica que se trata de uma amostra sólida coletada ao longo de alguns meses em sua própria residência. A presença desse material nas residências não é algo que cause surpresa, pois, os moradores da cidade, sobretudo aqueles que residem próximo à usina, deparam-se com a presença desse pó no cotidiano.

Quadro 5: 1º momento da aula – parte 3 de 5.

L2: Vocês sabem a composição desse material?

E1: Ah...deve ter ferro.

E2: É...se na CSN produz aço, só pode ser ferro.

Alunos: (ruído)

L2: Como vocês sabem?

Fonte: dados da pesquisa.

Os turnos de fala mostram que os estudantes sabem que o pó preto contém ferro metálico, porém, eles não foram capazes de verbalizar uma explicação de como chegaram a essa conclusão. Aparentemente, o conhecimento das atividades realizadas pela CSN, a experiência direta com o material ou até mesmo as notícias veiculadas nos meios de comunicação resultam no domínio dessa informação.

Quadro 6: 1º momento da aula – parte 4 de 5.

L1: Pessoal, nós entrevistamos alguns moradores de Volta Redonda para ver se eles sabem o que tem na amostra. Vamos ouvir...

Fonte: dados da pesquisa.

A intenção de socializar com os estudantes a fala de alguns moradores sobre a composição da escória visou evidenciar que o entendimento deles se aproxima da ideia apresentada por outras pessoas que residem na mesma cidade. A partir disso, argumenta-se com os estudantes a necessidade de conhecer melhor a composição do material e as possíveis consequências para a saúde das pessoas.

Adiante, discutiu-se com os estudantes uma maneira de realizar um teste qualitativo para confirmar que de fato no material há ferro metálico. A intenção nesse momento da aula, residiu em explorar com os estudantes uma das propriedades características de materiais como o ferro metálico, o fato de serem atraídos por um ímã.

Quadro 7: 1º momento da aula – parte 5 de 5.

L1: Como podemos saber que aqui dentro tem ferro?

L2: Podemos fazer algum teste?

Estudantes: Acho que sim...

L2: Alguma sugestão?

Fonte: dados da pesquisa.

Na sequência, as licenciandas, de forma demonstrativa, utilizam um ímã para comprovar que na amostra existe a presença de um material metálico. Como a amostra de escória estava contida em um recipiente de plástico transparente com tampa, realizou-se a movimentação do ímã pela parte externa do recipiente, de modo a evitar o contato direto com o material.

Esse momento de sensibilização, a partir de uma experiência direta com o material, teve como objetivo discutir a composição da escória, inicialmente, a partir de um teste qualitativo simples e em seguida, a partir de dados da literatura. Essa discussão em torno da composição do material visou evidenciar ao estudante que apenas o seu conhecimento do senso comum não é suficiente para elaborar uma visão mais completa da realidade e do objeto de estudo, sendo necessário ampliar o seu entendimento (MORI;CUNHA, 2020).

Nas palavras de Freire (2015), é fundamental que o educador respeite as ideias de senso comum que o estudante traz consigo e que no processo de sua superação ocorra o estímulo a sua capacidade criativa. Ao discutir que o conhecimento das propriedades dos materiais auxilia na sua caracterização, atribui-se sentido ao conhecimento científico, que em muitos momentos na escola é transmitido de forma mecanizada e sem relação com a realidade do educando.

Adiante, com o auxílio de imagens, apresentou-se aos estudantes como se dá a emissão de escória durante o processo de produção do ferro gusa e como a usina realiza o manejo desse passivo ambiental.

O 2º momento da aula, voltado para discutir o conceito de biomagnificação, iniciou-se com a imagem de um homem pescando no Rio Paraíba do Sul. A leitura dessa imagem por parte dos estudantes teve o intuito de discutir possíveis consequências que ocorrem quando se tem a presença de metais pesados na água, que resulta na poluição do ambiente (ROCHA, ROSA e CARDOSO, 2009). Trata-se de algo fundamental, pois, nas proximidades do Rio Paraíba do Sul está o Pátio da CSN utilizado para o manejo da escória. Em reportagens sobre o assunto, os moradores que residem próximo ao local relatam ser perceptível a presença do material particulado que, em função da corrente de ar, acaba se deslocando na atmosfera e se deposita no rio e nas residências (RJTV, 2018; G1 SUL DO RIO; COSTA VERDE, 2018).

Em seguida, organizou-se os estudantes em grupos para realizar a construção de uma cadeia alimentar. Para esta atividade, cada grupo recebeu um conjunto de imagens, impressas em folha de sulfite, que representam peixes de diferentes tamanhos, uma ave pescadora e um homem pescando. Cada grupo realizou a construção da teia alimentar posicionando os peixes, a ave pescadora e o homem em seus respectivos níveis tróficos. Para compreender o fluxo de matéria e energia de um nível a outro, fez-se o uso de grãos de

feijão para representar o aumento da concentração de matéria orgânica dentro desse ecossistema.

Quadro 8: 2º momento da aula – parte 1 de 1.

L1: Primeiro vocês organizam a teia alimentar e depois nós damos o feijão.
L1: Gente, a maior é a ave pescadora? Por quê?
Grupo de alunos: Pelo tamanho, pela altura. O peixe grande pode comer o peixe pequeno. Ela vai pegar o peixe pequeno.
L2: Então, como vai ficar a cadeia?
Grupo: O homem vai ficar no topo da cadeia e a ave grande (Ave pescadora).
L2: Quem vai ficar embaixo?
Grupo: Os peixes pequenos.
L2: E a ave pescadora?
Grupo: Ela mergulha na água e pega o peixe.
L2: Como mostrar isso na cadeia?
Grupo demonstra à licencianda como fica a cadeia alimentar.
Grupo: E se cai (o metal pesado) e ao invés dos peixes, a gente ingerir?
Grupo: É uma cadeia alimentar. Vai acumulando, a concentração vai aumentando. Porque um come o outro.
L2: O que vocês perceberam a partir da atividade? A quantidade de feijão?
Grupo: Aumenta.
L2: Mais alguém? De um nível trófico para o outro a concentração vai aumentando. Quando chega ao topo a concentração é muito maior.

Fonte: dados da pesquisa.

A execução dessa atividade deu-se com as licenciandas circulando entre os grupos, no intuito de orientar e discutir as escolhas realizadas na organização da cadeia alimentar. Os turnos demonstram que o grupo organizou os diferentes níveis tróficos com base no tamanho dos peixes e conseguiu explicar como se dá a interação entre os seres vivos que compõem a cadeia alimentar. Além disso, o grupo discutiu as consequências da presença de um metal pesado na cadeia alimentar e o possível impacto que isto pode gerar para o Homem, situado no topo da cadeia.

Esse tipo de atividade em grupo estimulou a interação e troca de saberes entre os estudantes. Ao sistematizar os conceitos envolvidos na construção da cadeia alimentar, as licenciandas tiveram como ponto de partida as hipóteses levantadas pelos educandos, dinamizando a aula de forma que a linha de raciocínio não fosse somente delas. Em grupo, os estudantes se veem diante do desafio de debater o tema proposto utilizando-se, cada um dentro do seu patrimônio vivencial, da sua linguagem frequente do dia a dia, com suas particularidades (CARVALHO, 2013).

A partir da percepção do aumento da concentração de uma substância ao longo de uma cadeia alimentar, realizou-se o fechamento desse momento da aula, discutindo-se, o conceito de metal pesado, a partir de aspectos ambientais e toxicológicos, bem como os

caminhos para evitar o descarte inadequado de metais pesados na natureza (LIMA e MERÇON, 2011).

O 3º momento da aula abordou aspectos da exploração e do processamento de minérios, com destaque para os objetos que utilizamos em nosso cotidiano, que são feitos de ferro, e as transformações envolvidas no processamento do minério. Discutir a cadeia de produção do ferro na siderúrgica passa pela extração do minério na natureza e por questões de ordem econômica e política. Uma destas questões remete ao tipo de carvão utilizado no processo e a produção da escória (GEPEQ, 2005).

Posteriormente, os estudantes foram organizados em grupo para realizar uma atividade que visava ordenar as principais etapas envolvidas na produção do ferro-gusa. Para este fim, foram entregues sete cartas coloridas com a representação de uma determinada etapa da produção do ferro-gusa. As etapas representadas foram: matérias-primas, alto-forno, aciaria, lingotamento contínuo, laminação, aplicação de revestimento e embalagem e logística. Ao grupo coube organizar as cartas que foram entregues de forma aleatória, conforme a etapa de produção envolvida.

Quadro 9: 3º momento da aula – parte 1 de 1.

L1: Gente, como nós falamos aqui da CSN, vamos falar sobre o que a CSN produz. Vocês sabem como é feito o aço? Nós trouxemos as plaquinhas (cartas) para vocês montarem como ocorre a produção do aço.

Professoras organizam os estudantes em grupos, entregam as cartas e os estudantes iniciam a atividade.

L1: Vamos lá, o que vocês colocaram no primeiro?

Alunos: matéria-prima.

L1: Lá na CSN, as principais matérias-primas são o carvão, calcário e o minério de ferro. A CSN utiliza a própria mina dela, então, a extração desses materiais é realizada em suas minas.

L1: Qual é o segundo?

Alunos: alto-forno.

L1: Então, todos esses materiais seguem para o alto-forno em alta temperatura para a gente ter o ferro-gusa, que é o ferro no estado líquido. É nesse processo que a gente produz o que trouxemos aqui, a escória. Nesse processo nós vamos ter esse produto, que trouxemos para vocês. A escória pode ser armazenada no Pátio da CSN, mas, uma parte será dispersada pelo alto forno, chegando em nossas casas. Qual o próximo?

Alunos: aciaria.

L1: Aqui a gente vai criar o aço, fazer uma mistura de metais. Próximo?

Alunos: lingotamento contínuo.

Fonte: dados da pesquisa.

A partir da organização das etapas de produção do ferro-gusa e a sua descrição, realizou-se a caracterização das transformações químicas e físicas que ocorrem no processo, com base nas evidências macroscópicas (GEPEQ, 2005). Os turnos de fala evidenciam um padrão de interação comum nas aulas de ciências, onde as licenciandas iniciavam o diálogo

com um questionamento, os estudantes respondiam e, em seguida, as licenciandas avaliavam a resposta. Esse padrão de interação, apesar de demonstrar uma preocupação em dar voz aos estudantes, sugere, por um lado, que a atividade não foi desafiadora para os estudantes, sendo resolvida com facilidade e, por outro, que as licenciandas não exploraram as respostas para ampliar o entendimento conceitual do processo.

Por fim, no intuito de avaliar a apropriação das discussões realizadas no decorrer da aula por parte dos estudantes, as licenciandas sistematizam os aspectos discutidos no decorrer da aula, com foco nos aspectos socioambientais e nas consequências de a cidade ter-se constituído a partir de uma siderúrgica. Esse momento de caráter mais explicativo, em que as futuras professoras expunham e falavam do objeto vai ao encontro da dialogicidade proposta por Freire (2015) - premissa do pensar certo - uma vez que fomenta a curiosidade do educando e indaga os fatos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A mobilização dos aspectos históricos e do contexto local pelas futuras educadoras foram estruturantes para acessar o objeto de estudo e planejar uma prática de ensino, em que o contexto e os conceitos científicos estabeleçam entre si uma relação de interdependência, ou seja, a problematização do conhecimento deu-se a partir de uma situação relevante para a comunidade local, a qual direcionou as escolhas conceituais e metodológicas.

A aproximação entre a perspectiva freireana de educação e o enfoque CTSA deu-se a partir da postura dialógica entre as educadoras e educandos, de abertura e de curiosidade epistemológica na busca de possíveis soluções para algo complexo, de crítica ao discurso fatalista neoliberal que prega que a única saída é aceitar a realidade e adaptar-se ao mundo, sem transformá-lo.

Neste sentido, as atividades desenvolvidas visaram explorar a capacidade criativa dos estudantes no intuito de que os conceitos científicos abordados – propriedade dos materiais, biomagnificação e transformações físicas e químicas – auxiliassem na compreensão da realidade na busca de alternativas.

Dentre as contribuições da investigação para a formação inicial de professores de química destaca-se o caminho teórico e metodológico realizado na problematização do conhecimento. Desenvolver algo novo, de natureza interdisciplinar, que não se encontra cristalizado no currículo escolar, exigiu das futuras professoras abertura para compreender que o conhecimento químico pode ser atrelado às dimensões de natureza política, econômica e social, de modo a realizar uma prática de ensino de cunho dialógico, reflexivo e que instigue a participação ativa dos estudantes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Licenciaturas da Universidade Federal Fluminense pelas bolsas concedidas para o desenvolvimento da pesquisa e pela leitura

crítica e contribuições da Profa. Dra. Daisi Teresinha Chapani, professora titular aposentada pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

REFERÊNCIAS

- ACEVEDO DÍAZ, J. A. La formación del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS: una cuestión problemática. **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**, n. 26, p. 131–144, 1996.
- AIKENHEAD, G. What is STS science teaching? In: SOLOMON, J., AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, p. 47-59, 1994.
- AIKENHEAD, G. Educación ciencia-tecnología-sociedad (CTS): una buena idea como quiera que se le llame. **Educación Química**, v. 16, n. 2, p. 114-124, 2005.
- ANDRADE, F. C. S.; MASSENA, E. P. Narrativas autobiográficas de licenciandos(as) em Química: motivações e o curso de licenciatura. **Educação Química em Punto de Vista**, v. 3, n. 2, p. 1-21, 2019.
- AULER, D.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científico-tecnológica para quê? **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 3, n. 2, p. 122–134, 2001.
- BOUZON, J. D. et al. O ensino de química no ensino CTS brasileiro: uma revisão bibliográfica de publicações em periódicos. **Revista Química Nova na Escola**, v. 40, n. 3, p. 214-225, 2018.
- CARVALHO, A. M. P. DE; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. 10. ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. Em: Carvalho, A. M. P. (Org.) **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013. (p. 1-20)
- ECHEVERRÍA, A. R.; ZANON, L. B. (Org.). **Formação superior em química no Brasil**. 2. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2016.
- FONTES, Â. M. M.; LAMARÃO, S. T. N. DE. Volta Redonda: história de uma cidade ou de uma usina? **Revista Rio de Janeiro**, n. 18-19, jan.-dez. 2006.
- FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 50. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2015.
- GEPEQ. **Interações e transformações I: elaborando conceitos sobre transformações químicas**. 9. ed. São Paulo: Edusp, 2005.
- G1 SUL DO RIO E COSTA VERDE. Pó preto que sai da CSN é atraído por imã e preocupa moradores de Volta Redonda, RJ. G1, 12 jul. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/po-preto-que-sai-da-csn-e-atraido-por-ima-e-preocupa-moradores-de-volta-redonda-rj.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2020.
- LACERDA, N. O. S.; STRIEDER, R. B. Contribuições da educação CTS para o desenvolvimento da autonomia docente. In: XIIENPEC – ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, Natal 2019. **Anais... Abrapec**: Natal-RN, 2019. (p. 1-7). Disponível em: <http://abrapecnet.org.br/enpec/xii-enpec/anais/lista_area_08_1.htm>. Acesso em: 05 fev. 2020.
- LEITE LOPES, J. S. (coord.) **A ambientalização dos conflitos sociais**. Rio de Janeiro: Relumbe Dumará: Núcleo de Antropologia da Política-UFRJ, 2004.
- LIMA, V. F.; MERÇON, F. Metais pesados no ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 33, n. 4, p. 199-205, 2011.
- LUZ, R.; QUEIROZ, M. B. A.; PRUDÊNCIO, C. A. V. CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente? **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019.

MAGALHÃES, C. H.; SÁ RODRIGUES, M. DE. Volta Redonda pós-privatização da Cia. Siderúrgica Nacional: a crise de uma cidade monoindustrial em busca de uma nova identidade econômica. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 11, n. 2, p. 359-378, 2015.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de química**: professores/pesquisadores. Unijuí: Ijuí, 2006.

MINISTÉRIO PÚBLICO FEDERAL. MPF Inquéritos Civis Públicos n. 08120.001452/97-04 e 1.30.010.000159/2000-29, 27 jul. 2018. Disponível em: <<http://www.mpf.mp.br/rj/sala-de-imprensa/docs/pr-rj/acp-patio-de-escoria-csn-e-harsco-1>>. Acesso em: 31 jul. 2020.

MORI, L.; CUNHA, M. B. DA. Problematização: possibilidades para o ensino de química. **Revista Química Nova na Escola**, v. 42, n. 2, p. 176-185, 2020.

MORTIMER, E.F., MACHADO, A. H., ROMANELLI, L. I. A proposta curricular de química do estado de Minas Gerais: fundamentos e pressupostos. **Química Nova**, v. 23, n 2, p. 273-283, 2000.

PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE education: mapping a complex Field, 40years on. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 601-626, 2011.

PINHEIRO, L. F. M. A. **A construção de um problema social**: o caso do “pó preto” e seu debate nas audiências públicas de licenciamento ambiental em Vitória-ES. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências Sociais) — Centro de Ciências Humanas e Naturais, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo.

RJTV. Comissão visita montanha de escória formada por resíduos da CSN em Volta Redonda. G1, 03 Jul. 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/comissao-visita-montanha-de-escoria-formada-por-residuos-da-csn-em-volta-redonda.ghtml>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

ROCHA, J. C.; ROSA, A. H.; CARDOSO, A. A. **Introdução à química ambiental**. 2. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

RODRIGUEZ, A. S. M.; DEL PINO, J. C. Enfoque ciência, tecnologia e sociedade (CTS) na reconstrução da identidade profissional docente. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 24, n. 2, p. 90-119, 2019.

ROSENTHAL, D. B. Two approaches to science – technology – society (STS) education. **Science Education**, v. 73, n. 5, p. 581-589, 1989.

SANTOS, W. L. P. DOS; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência - Tecnologia - Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 2, n. 2, p. 1-23, 2002.

SANTOS, W. L. P. DOS. Educação científica humanística em uma perspectiva freireana: resgatando a função do ensino de CTS. **Alexandria Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.1, n.1, p. 109-131, mar. 2008

SANTOS, W. L. P. DOS; SCHNETZLER, R. P. **Educação em química**: compromisso com a cidadania. 4. ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2010.

SCHNETZLER, R. P.; ANTUNES-SOUZA, T. Proposições didáticas para o formador químico: a importância do triplete químico, da linguagem e da experimentação investigativa na formação docente em química. **Química Nova**, v. 42, n. 8, p. 947-954, 2019.

RESUMO

Este artigo analisa possíveis aproximações entre a perspectiva freireana de educação e o enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), no contexto de uma intervenção didática elaborada, aplicada e avaliada por duas licenciandas de química, a partir do tema: os impactos socioambientais associados ao descarte da escória pela Companhia Siderúrgica Nacional. Para tanto, foram adotadas metodologias qualitativas de investigação, sendo os dados constituídos por entrevistas, plano de aula, notas de observação e registro em áudio da aula ministrada. A interpretação dos dados, a partir de articulações entre o enfoque CTSA e as reflexões de Paulo Freire acerca dos saberes necessários à prática educativa apontam a importância de criar condições para que o licenciando reflita sobre suas concepções de ensino e aprendizagem, de modo a promover um ensino de ciências voltado para formação de cidadãos críticos e transformadores da ordem social, econômica e política que nos oprime.

RESUMEN

Este artículo analiza posibles aproximaciones entre la perspectiva freireana de educación y el enfoque Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente (CTSA), en el contexto de una intervención didáctica elaborada, aplicada y evaluada por dos licenciandas de química, a partir del tema: los impactos socioambientales asociados al desecho de escoria por la *Companhia Siderúrgica Nacional*. Con ese objetivo, fueron adoptadas metodologías cualitativas de investigación, siendo los datos constituidos por entrevistas, plan de clase, notas de observación y registro en audio de la clase ministrada. La interpretación de los datos, a partir de articulaciones entre el enfoque CTSA y las reflexiones de Paulo Freire acerca de los saberes necesarios a la práctica educativa, apuntan para la importancia de crear condiciones para que el licenciando reflexione sobre sus concepciones de enseñanza y aprendizaje, de modo a promover una enseñanza de ciencias orientado para la formación de ciudadanos críticos y transformadores del orden social, económico y político que nos oprime.