

AULA DE CAMPO EM ESTAÇÕES DE TRATAMENTO DE ÁGUA E DE ESGOTO COMO ESTRATÉGIA DE PROBLEMATIZAÇÃO NA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES

FIELD CLASS IN WATER AND SEWAGE TREATMENT STATIONS AS A PROBLEMATIZATION STRATEGY IN CONTINUING TEACHER TRAINING

Felipe Sarmenghi Rangel¹ 

Carlos Roberto Pires Campos² 

Vilma Reis Terra³ 

Sidnei Quezada Meireles Leite⁴ 

Resumo

O objetivo deste trabalho foi estudar as potencialidades pedagógicas da aula de campo na formação continuada de professores em ciências como estratégia de problematização associada à Metodologia da Mediação Dialética (MMD) de Arnoni (2012). Tratou-se de uma investigação qualitativa sobre uma intervenção pedagógica, cujos dados foram produzidos a partir de observações, rodas de conversas, avaliações em grupo e individuais, fotografias, além de anotações feitas pelos estudantes. O trabalho de campo foi realizado nas Estações de Tratamento de Água e de Tratamento de Esgoto do município de Aracruz, Espírito Santo, durante as aulas do curso de Formação de Professores em Práticas Escolares em Saneamento Básico. As práticas realizadas durante as etapas de pré-campo, campo e pós-campo (SENICIATO; CAVASSAN, 2004), produziram debates sobre as potencialidades da intervenção para abordagem de aspectos políticos da vida em sociedade, universalização dos serviços públicos, sustentabilidade ambiental e impactos da economia e saúde. O recorte dos conteúdos registrados pelos cursistas durante as aulas de campo demonstrou empoderamento sociocientífico ao expor conteúdos programáticos que se relacionam a saberes epistemológicos aplicados a situações reais ligadas à Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente. Os dados obtidos corroboraram o potencial motivador das aulas de campo, favorecendo o debate crítico e interdisciplinar dos conteúdos de ciências.

Palavras-chave: Aula de campo. Metodologia de mediação dialética. Problematização. Formação continuada de professores. Saneamento básico urbano.

Abstract

This article aimed to study the pedagogical potentiality of field classes in the continuing education of science teachers as a problematization strategy associated with Arnoni's (2012) Dialectical Mediation Methodology (DMD). It was a qualitative investigation on a pedagogical intervention, whose data were produced from observations, conversation circles, group and individual assessments, photographs, as well as notes taken by students. The field work was carried out at the Water Treatment and Sewage Treatment Plants in the municipality of Aracruz, Espírito Santo, during the classes of the Teacher Training course in School Practices in Basic Sanitation. The practices carried out during the pre-field, field and post-field stages (SENICIATO; CAVASSAN, 2004) produced debates on the potentiality of intervention to address political aspects of life in society, universalization of public services, environmental sustainability and impacts of the economy and health. The clipping of contents registered by the course participants during field classes demonstrated socio-scientific empowerment by exposing syllabus that relate to epistemological knowledge applied to real situations related to Science, Technology, Society and Environment. The data obtained corroborated the motivating potential of field classes, favoring critical and interdisciplinary debate on science content.

Keywords: Field class. Dialectical mediation methodology. Problematization. Teacher training. Urban basic sanitation.

¹ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.

² Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.

³ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.

⁴ Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo.

Introdução

A problematização é apresentada por Arnoni (2012) como sendo o momento pedagógico em que as situações-problema são preparadas para contrapor as ideias iniciais dos estudantes. Na Metodologia da Mediação Dialética (MMD), organizada pela autora, a relação método-metodologia-lógica destaca o papel fundamental do professor em proporcionar um referencial teórico e operacional que permite que o ensino e a aprendizagem dos estudantes caminhem juntos.

Nessa metodologia, a interdisciplinaridade, a superação de ideias iniciais a respeito de conceitos e a organização do ensino são voltadas para a compreensão do conteúdo e elaboração de sínteses cognitivas que contribuem para a tomada de decisões conscientes acerca de questões relacionadas ao ambiente. Para tanto, a metodologia é composta, de forma didática, por 04 momentos pedagógicos (etapas) que operacionalizam o método dialético e a concepção de mundo, com base na dialética e ontologia do ser social, quais sejam: Resgatar; Problematizar; Sistematizar e Produzir (ARNONI, 2003).

Enquanto a etapa "Resgatar" visa a investigar as ideias iniciais dos alunos acerca de determinado conteúdo, a etapa "Problematizar" busca levá-los a perceber a diferença/contradição entre suas ideias iniciais e o conceito desenvolvido pelo professor por meio de motivações que direcionam investigações de novas relações. As etapas "Sistematizar" e "Produzir", por sua vez, visam a discutir a questão-problema por meio de informações conceituais e analisar a superação de ideias a partir de atividades educativas diagnósticas.

Em geral, na etapa de problematização, são propostas intervenções pedagógicas que consistem no reconhecimento de situações relacionadas a um tema específico, como por exemplo, o Saneamento Básico Urbano (SBU) no contexto de uma determinada região. Assuntos relacionados às estruturas básicas de saneamento que incluem as Estações de Tratamento de Água (ETA), Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e o impacto no sistema de saúde, podem ser discutidos visando a produzir uma práxis educativa articulada a fatores sociais, políticos e culturais que compõem o processo de ensino-aprendizagem.

Neste contexto, com vistas a desenvolver uma estratégia de problematização planejada e discutida com os participantes quanto às potencialidades da aula de campo enquanto metodologia pedagógica articulada aos conteúdos de ciências, foi ofertada uma formação continuada de professores em Práticas Escolares em Saneamento Básico no semestre de 2019 em formato híbrido no campus Aracruz/ES do Instituto Federal do Espírito Santo.

O curso, planejado conforme recomendações de Freire (2004, 2005) e de Delizoicov *et al.* (2011) a respeito da importância da formação por meio da problematização e de Arnoni (2012), que fundamenta a lógica dialética como elemento da que valoriza a relação pedagógica entre o professor e o estudante, visou a contemplar as Diretrizes Curriculares Nacionais para Educação Básica e Parâmetros Curriculares Nacionais para formação continuada dos professores. A distribuição da carga horária total do curso consistiu em 24 horas com atividades presenciais, 51 horas de atividades a distância e 21 horas para preparo de Planos de Intervenção Escolares (PIE), tais como o planejamento de metodologias pedagógicas, entre as quais, a aula de campo.

As atividades propostas durante a formação, que ocorreu entre os meses de setembro e dezembro de 2019, convergem para o entendimento de Noronha (2010), para quem uma formação de professores, com foco na práxis educativa, deve articular [de modo permanente] o saber e o fazer, a teoria e a prática, imprimindo historicidade às experiências, produzindo reflexões críticas sobre o próprio trabalho docente. Dessa maneira, as intervenções focavam formação continuada de um professor para o domínio teórico-epistemológico e técnico-científico para avançar na formulação de ações pedagógicas comprometidas com a transformação das relações sociais.

Para Saul e Voltas (2017), a prática e a teoria devem se aproximar dialeticamente, promovendo a compreensão crítica da realidade e da superação de suas contradições, o que para Arnoni (2006) pode gerar uma tensão entre o saber específico do aluno e o saber geral da produção científica por meio de uma problematização que estimula a busca de novos saberes.

Chassot (2003) ressalta que um dos temas mais polêmicos quando se discute formação de professores é quanto à delimitação da ciência na escola. Para Saviani (2009), o domínio dos conteúdos da área de conhecimento da disciplina deve ter tanta relevância quanto o preparo pedagógico-didático que considera a própria formação do professor como efetiva e suficiente para o trabalho docente.

Seniciato e Cavassan (2004) consideram as aulas de campo uma estratégia criativa para articulação de conteúdos científicos, estabelecendo uma nova perspectiva para a elaboração e a compreensão de conteúdos teóricos, com seus respectivos conceitos. De acordo com Silva e Campos (2017), a aula de campo é apresentada como uma metodologia pedagógica capaz de proporcionar a interação de estudantes e professores com os ambientes externos à escola, possibilitando o surgimento de emoções, dúvidas, reflexões, propiciando o desenvolvimento de investigações criativas.

Dessa maneira, a aula de campo pode possibilitar a superação da fragmentação do conhecimento por meio do fomento à criatividade e ao senso crítico, estabelecendo uma linha de

diálogo entre a educação científica, os espaços não formais e a formação de professores (CAMPOS *et al.*, 2018; SILVA *et al.*, 2015). Para os autores, há um distanciamento entre os conteúdos discutidos em sala de aula e a realidade local e regional, de maneira que a busca pela melhoria da prática docente na formação continuada de professores em espaços que extrapolam a sala de aula tem significativa importância para o confronto entre a teoria e a prática (CAMPOS *et al.*, 2018).

Vasconcelos *et al.* (2007), ao analisarem a formação continuada de professores em um espaço não formal para debater a pedagogia da práxis relatam que a aula de campo permite aproximar a realidade local e regional à escola, favorecendo a apropriação de saberes para a cidadania, vivências pessoais, construção e reconstrução da visão de mundo, cultura, política e valores.

Discussões sobre metodologias operacionalizadas em espaços não formais, como as estações de tratamento, potencializam a busca por uma estratégia que visa à integração da formação em torno do domínio do conhecimento e das reflexões sobre didáticas que produzam significado para os estudantes. Gohn (2010) ressalta que nesses espaços os conteúdos que emergem a partir dos temas se apresentam como necessidades, desafios ou obstáculos.

As potencialidades da educação não-formal em obras de saneamento propiciam os diálogos e debates sobre a interdisciplinaridade do ensino de ciências, levantando questões sobre a articulação dos saberes escolares, científicos e populares essenciais em uma educação emancipatória, com perspectivas do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA).

Atividades que proporcionam a contextualização e a problematização de situações do cotidiano, considerando as dimensões sociais nas quais os fenômenos estão inseridos são propostas curriculares da educação CTS/CTSA. A integração entre educação científica, tecnológica e social, em que conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos é uma dos focos do movimento CTSA (LÓPEZ; CEREZO, 1996).

Ao apresentar ao grupo de pesquisa que investiga a formação continuada de professores da educação básica a importância da análise crítica do saneamento básico para formação cidadã, considerando as aulas de campo como estratégias para problematização do tema, surgiram alguns questionamentos que fundamentaram a construção deste estudo, sendo eles: De que maneira é possível debater o cenário local, regional e brasileiro do saneamento básico e seus impactos sociais, ambientais e de saúde no contexto da educação básica? O conhecimento científico apropriado nas

aulas de campo em dispositivos do saneamento básico pode estar em sintonia com os conteúdos programáticos de ciências desenvolvidos normalmente em sala de aula? De que maneira é possível aproximar a realidade local e regional aos conteúdos trabalhados em sala de aula? Como a aula de campo pode favorecer a problematização do tema do SBU na formação continuada de professores de ciências?

Sendo assim, este artigo tem por objetivo analisar as potencialidades pedagógicas da aula de campo na formação de professores de ciências da natureza, para problematização dos conteúdos do SBU na perspectiva da educação CTS/CTSA operacionalizada pela MMD.

Metodologia

O presente trabalho é parte de um estudo maior que visou estudar os aspectos teórico-metodológicos e sócio-filosóficos da formação continuada de professores da educação básica em SBU e alguns métodos para debater esta temática em ambientes escolares e extra-escolares.

Esta investigação qualitativa foi planejada com base em em Lüdke e André (1993) integrada à proposta da mediação dialético-pedagógica (ARNONI, 2012), considerando o contexto da aula de campo para apropriação de temas sobre saneamento básico na formação continuada de professores. Os dados foram produzidos a partir de procedimento participante, rodas de conversas, avaliações e anotações feitas pelos cursistas nos diários de bordo. No Quadro 1 apresentamos um resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante a investigação da intervenção pedagógica.

Quadro 1 – Resumo das técnicas e instrumentos de coleta de dados empregados durante as aulas de campo nas ETA e ETE da cidade de Aracruz, Espírito Santo, Brasil.

Investigação	Técnicas	Instrumentos
Investigação Qualitativa Tipo: Estudo de Caso	Observações	Anotações no diário de bordo do investigador.
	Rodas de conversas	Inquéritos
	Imagens	Fotografias como registro da prática.
	Relatos escritos	Anotações no diário de bordo do estudante. Avaliações escritas.

Fonte: Adaptação dos autores.

Este estudo foi realizado com base em dados coletados durante as atividades de campo, que contou com a participação de 32 cursistas, entre eles professores, pedagogos, auxiliares de pedagogo, assistentes de aluno e alunos de graduação em licenciatura em Química do município de Aracruz. O tempo de atuação dos cursistas na Educação Básica não ultrapassou os 10 anos, sendo que 40% dos profissionais que exercem alguma atividade na área tem tempo de atuação inferior a 01 ano.

Os nomes dos participantes foram codificados a fim de que a identidade de todos fosse preservada. Todos os sujeitos envolvidos foram convidados a participar da pesquisa e tomaram conhecimento do seu objetivo e dos procedimentos metodológicos. Após concordarem em participar, todos assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e o Termo de Autorização do Uso de Dados e Imagens.

As aulas de campo ocorreram no desenvolvimento da etapa "Problematizar" da MMD, utilizada para auxiliar na organização e planejamento do curso de formação continuada de professores em Práticas Escolares em Saneamento Básico. Os debates e as reflexões sobre o desenvolvimento de práticas direcionadas à educação ambiental, social e tecnológica, em diferentes espaços para a popularização da ciência, alcançadas pelas ações educativas extra escolares (MARANDINO, SELLES; FERREIRA, 2009) foram o foco das aulas de campo propostas.

Não apenas visando a desfragmentar conteúdos do SBU relacionados ao abastecimento de água e ao esgotamento sanitário, mas buscando apresentar a metodologia das aulas de campo como uma estratégia que visa a aperfeiçoar as linhas teóricas para o entendimento mais amplo das relações entre o local/global (COMPIANI, 2007), a intervenção foi organizada considerando as etapas de pré-campo, campo e pós-campo (SENICIATO; CAVASSAN, 2004).

Para Seniciato e Cavassan (2004), a aula de campo pode auxiliar na aprendizagem dos conteúdos à medida em que os aspectos da própria condição humana, além da razão, são revisitados para compreensão dos fenômenos. Para os autores, a aula de campo, como prática pedagógica, visa não somente oferecer subsídios para entender a realidade, mas também para considerar as emoções que influenciam os processos de tomada de decisão e de julgamento moral dos seres humanos. O Quadro 2 apresenta a descrição das etapas da aula de campo do ponto de vista metodológico (SENICIATO; CAVASSAN, 2004).

Quadro 2 - Etapas das aulas de campo realizadas durante a Problematizar da MMD.

Etapa	Momento
Pré-campo	Planejamento da aula de campo. Elaboração de roteiros e apresentação de dados teóricos sobre as concepções das estações de tratamento de água e esgoto. Discussão e Palestras sobre o panorama local e nacional dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário.
Campo	Reconhecimento das etapas de tratamento de água e esgoto, técnicas de coleta e análise de amostras. Debates sobre operação e gestão de recursos naturais, insumos, subprodutos e produtos. Foram feitas fotografias, registros escritos e rodas de conversa. Debates sobre ação antrópica no meio ambiente, condições sanitárias e salubridade.

Pós-campo	Revisão de conteúdos a partir de questionários e atividades colaborativas em ambiente EaD, práticas pedagógicas e palestras.
-----------	--

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de Seniciato e Cavassan (2004).

A aula de campo para problematizar questões relacionadas ao abastecimento de água ocorreu no dia 21/09/2019 na Estação de Tratamento de Água (ETA) da sede do município de Aracruz, no segundo encontro presencial do curso, com carga horária de 04 horas. A ETA em questão possui arranjo convencional de tratamento, produzindo cerca de 200 litros por segundo, que abastecem cerca de 80.000 habitantes (INSTITUTO TRATA BRASIL, 2020).

Ainda relacionado à problemática da água, realizou-se, no dia 19/10/2019, uma aula de campo em uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) durante o quarto encontro presencial, também com 04 horas de duração. A ETE, inaugurada em outubro de 2018, trata 45 l/s de esgoto por segundo, o que corresponde a uma cobertura de 45% do esgoto gerado na sede do município (BRASIL, 2017).

Considerando o formato híbrido do curso, houve a disponibilização de atividades de contextualização acerca das aulas de campo em Ambiente Virtual de Aprendizagem (AVA), alocado na plataforma Moodle. O objetivo dessas atividades foi propiciar debates sobre a metodologia da aula de campo e também contribuir para o processo de levantamento de dados.

Neste trabalho, utilizou-se o paradigma interpretativista com o objetivo de apresentar uma análise fenomenológica da intervenção pedagógica (GIL, 2009). Os aspectos teórico-metodológicos foram analisados considerando a Metodologia da Mediação Dialética e a Práxis Educativa, com auxílio dos métodos Análise de Triangulação de Dados (TRIVIÑOS, 1987), Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011) e Análise Textual Discursiva (MORAES; GALIAZZI, 2007).

Resultados e Discussões

Nardi (2010, p.5), ao analisar a educação científica considerando as contribuições da educação não formal para o ensino de ciências, destaca que a construção do conhecimento permeada pela prática pedagógica envolve:

- a) Ensinar ciência e técnica de modo significativo e interessante a todos indistintamente atendendo a quantidade (todas as camadas sociais) com qualidade (com ensino centrado na compreensão do fato científico);
- b) Colocar a prática social como ponto de partida e de chegada da educação científica tomando o contexto como fonte de inspiração para a determinação dos conteúdos científicos e técnicos a serem trabalhados pela comunidade escolar sob a orientação e mediação do professor;

c) Criar condições para formação do espírito científico como etapa além do senso comum das pessoas (NARDI, 2010, p.5).

Para Arruda (2017), a estratégia de articular a formação de professores em educação não formal com a educação básica permite discutir trabalho, ciência, tecnologia e cultura como dimensões da formação humana. A problematização das questões relacionadas ao abastecimento de água foi objetivo da aula de campo que ocorreu na ETA da sede do município de Aracruz, no segundo encontro presencial do curso (Figura 1). Para Almeida (2019), uma aula de campo em uma ETA apresenta-se como uma práxis educativa que potencializa a apropriação de conteúdos teóricos por meio da visão prática a respeito das etapas de tratamento de água estudadas previamente.

A etapa de pré-campo foi realizada a partir da palestra do coordenador geral do Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Aracruz (SAAE) e das atividades disponibilizadas no AVA, que incluíam a leitura de dois artigos sobre aula de campo e a apresentação de um vídeo sobre aulas em ETA.

Informações sobre a cobertura do sistema local de abastecimento de água, bem como a tecnologia de tratamento empregada, as perdas de volume associadas a problemas estruturais e o custo do tratamento foram abordadas no estudo do conteúdo. De igual forma, o potencial de aprendizagem de conceitos científicos a partir da aula de campo foi debatido, considerando-se as etapas que compõem a metodologia.

Figura 1 - Momentos da aula de campo na ETA do SAAE na sede do município de Aracruz



Fonte: Dados da Pesquisa

No transcurso da aula de campo, os diálogos que permearam a intervenção, visando à abordagem das etapas do tratamento de água foram transcritos de maneira a evidenciar a ênfase

nas questões sociocientíficas, socioculturais e socioambientais (Quadro 3).

Quadro 3 - Alguns diálogos realizados durante a Intervenção Escolar

Participante 2: [...] *toda a água distribuída para a sede da cidade passa por essas etapas de tratamento? Essa estação também distribui água para os distritos? Qual a vazão máxima de tratamento?*
Participante 3: [...] *quais são os principais gastos da ETA? Energia elétrica, mão-de-obra e produtos químicos? Há registro de dados de fugas, desvios e perdas de água, incluindo os gatos de água?*
Participante 5: [...] *já houve períodos em que as ETA ficam sem água para tratar em virtude de escassez hídrica?*
Participante 8: [...] *qual a periodicidade da limpeza dos filtros e decantadores?*
Participante 12: [...] *fico impressionado que com tanta tecnologia disponível ainda pouco se faz para reaproveitar os resíduos das estações de tratamento.*
Participante 13: [...] *os efluentes gerados são lançados na rede de esgoto?*
Participante 15: [...] *a vigilância sanitária faz visitas regulares e fiscaliza a qualidade da água?*
Participante 16: [...] *qual padrão de qualidade que um rio precisa ter para passar por essas etapas para que se produza água tratada?*
Participante 17: [...] *se o SAAE é responsável pela operação do sistema, a prefeitura é responsável por repassar verbas para investimento e ampliação dos sistemas?*

Fonte: Dados da Pesquisa.

Durante a aula de campo, foram produzidas algumas contradições que buscaram complementar as informações adquiridas a partir do panorama apresentado pelo Coordenador Geral do SAAE nas aulas de pré-campo. A leitura dos artigos no AVA propiciou um nivelamento a respeito dos termos utilizados na operação das estações de tratamento de água para que a problematização pudesse ser realizada efetivamente.

Pelos diálogos, ficou evidente que as relações entre saúde, meio ambiente e política foram construídas de maneira que questões envolvendo a hierarquia, organograma e atribuições dos entes públicos fossem levantadas. Questionamentos sobre o correto descarte dos rejeitos gerados na ETA e a periodicidade das visitas de fiscalização da Vigilância Sanitária, assuntos comumente esquecidos quando o tema "tratamento de água" é abordado em sala de aula, puderam ser abordados durante o trabalho de campo.

Problematizações sobre falta de água, capacidade máxima de tratamento, alcance do sistema de distribuição, frequência de limpeza dos dispositivos de tratamento, além da discussão em torno de vazamentos e desvios de água do sistema, evidenciaram a apropriação de aspectos sociotecnológicos e socioculturais. Para Pinheiro, Matos e Bazzo (2007), a apropriação de contextos socioculturais no ensino de ciências é uma das principais metas da abordagem CTS/CTSA em que questões científicas e tecnológicas são discutidas visando ao desenvolvimento de habilidades e competências úteis à sociedade em geral.

A etapa de pós-campo consistiu na produção de filtro de garrafa plástica para consolidação do conteúdo e discussão das potencialidades de uma prática pedagógica articulada ao tratamento de água, no terceiro encontro presencial, e em atividades no fórum de dúvidas e em questionários

do AVA, com tópicos sobre os assuntos abordados na etapa de pré-campo e na aula de campo.

Nesta etapa houve, ainda, um momento de discussão sobre a relação da gestão pública nos serviços de saneamento básico [sobretudo aplicada ao tratamento de água] com as políticas educacionais por meio de uma palestra com um professor da Educação Básica de Aracruz com formação em Gestão Pública e atuação na gestão municipal e na autarquia de saneamento básico.

Neste momento, os aspectos relacionados à saúde pública e os desafios de uma educação contextualizada e problematizadora culminaram na realização de práticas pedagógicas para abordagem de assuntos relacionados à gestão das águas urbanas. Tais práticas foram conduzidas por uma professora de disciplinas de Sistemas de Abastecimento de Água, Resíduos Sólidos e Monitoramento Ambiental de uma instituição educacional privada da Grande Vitória, mestranda do programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Educação em Ciências e Matemática do Ifes (EDUCIMAT).

As práticas pedagógicas abordadas foram voltadas para o estudo do ciclo hídrico, escoamento, infiltração e tratamento da água para fins de potabilidade com simulação do processo de filtração. Para tanto, o meio filtrante dos filtros produzidos era composto por areia, cascalhos de rochas e carvão. Durante a confecção e experimentação da prática alguns temas associados à qualidade de água foram abordados, como o fenômeno de infiltração da água no solo, a composição dos terrenos, a reservação da água em mananciais subterrâneos e o reaproveitamento e reciclagem de poluentes plásticos.

Outra estratégia utilizada na etapa de pós-campo foi discutir as potencialidades pedagógicas de uma mostra fotográfica sobre saneamento básico a partir da exposição fotográfica “Visão Periférica: A exposição fotográfica revela as diferenças sociais dos espaços periféricos de Aracruz” ocorreu na entrada do Bloco C do campus Aracruz do Ifes. As imagens retratavam pontos de lançamento de efluentes sem tratamento, a poluição hídrica causada por resíduos sólidos e o desperdício de água potável, temas diretamente relacionados ao conteúdo da aula de campo. Os momentos de problematização na aula de pós-campo da ETA são apresentados pelo mosaico da Figura 2.

Figura 2 - Momentos da aula de pós-campo em ETA com apresentação de palestras e discussões sobre intervenções pedagógicas.



Fonte: Dados da Pesquisa

Ainda relacionado à problemática da água, tratou-se do tema da produção, transporte e descarte de efluentes domésticos, compondo o segundo dos quatro serviços essenciais associados ao SBU [os outros são: gestão de resíduos sólidos e drenagem pluvial]. Para tanto, realizou-se uma aula de campo à única estação de tratamento de efluentes em operação na sede do município de Aracruz, durante o quarto encontro presencial.

A universalização do sistema de coleta de esgoto e a proliferação de doenças de veiculação hídrica tais como a diarreia, disenteria bacteriana, febre tifóide, cólera, leptospirose, hepatite A, verminoses e arboviroses foram assuntos abordados durante a etapa de pré-campo, que culminaram na proposta de uma prática escolar para estudar o desenvolvimento microbiótico na etapa de pós-campo.

Durante o pré-campo, as principais técnicas e metodologias de tratamento de efluentes foram apresentadas, considerando as especificidades locais que produziram debates sobre infraestrutura de saneamento do município. Nesta etapa, os conteúdos abordados apontaram os benefícios da instalação de um sistema que propicie a coleta e o tratamento de esgotos e a melhoria da saúde global, reduzindo a propagação de doenças de veiculação hídrica e a sobrecarga do sistema de saúde municipal. Foi possível detalhar a maior parte das doenças que surgem do contato com as águas residuárias, causadas por agentes patogênicos como bactérias, protozoários e vírus.

Ficou evidente, durante as aulas de pré-campo, que as técnicas para redução do quantitativo de agentes patogênicos e resíduos orgânicos aplicadas às estações de tratamento de esgoto diferem-se dos processos utilizados no tratamento de água por adotarem etapas biológicas de tratamento. Enquanto a ETA possui, como processos principais, as etapas físico-químicas de coagulação e floculação, essas não são empregadas no tratamento dos efluentes por resultarem em maiores custos operacionais e menor eficiência na remoção de matéria orgânica biodegradável (PIVELI; KATO, 2005).

Dessa maneira, o tratamento biológico é realizado considerando a presença de microrganismos aeróbios, anaeróbios e facultativos que reduzem o teor de matéria orgânica em condições específicas de metabolismo, em que a presença ou ausência de oxigênio é fator determinante (CORNELLI *et al.*, 2015). Piveli e Kato (2005) mencionam que os processos biológicos também são classificados em função do tipo de reator, que considera a retenção de biomassa aderida ou a suspensão dos flóculos contendo os microrganismos decompositores.

Assim, procedeu-se com a etapa de campo na ETE de Piranema, localizada na sede do município e inaugurada no ano anterior à prática. A estação visitada tem como tecnologia base de tratamento o processo de lodos ativados, bastante utilizado em situações em que se deseja elevada qualidade do efluente com baixos requisitos de área, embora com arranjo físico de significativa complexidade operacional.

Uma característica relevante da tecnologia de tratamento empregada é o reaproveitamento do lodo enriquecido com microorganismos. Devido à recirculação dos sólidos, o material em suspensão permanece no sistema por um tempo superior ao do líquido, proporcionando um acréscimo de eficiência na estabilização de todo tipo de matéria orgânica presente nos esgotos (NUCASE, 2008). Além disso, outra vantagem do sistema é o adensamento de lodo que reduz o volume do lodo favorecendo o desaguamento e a destinação final. O mosaico da Figura 3 apresenta o registro da etapa de campo com a posterior prática pedagógica realizada na aula de pós-campo.

Figura 3 - Momentos da aula de campo na ETE Piranema em Aracruz. A Prática pedagógica relacionada à proliferação de microorganismos patogênicos foi aplicada na etapa de pós-campo.



Fonte: Dados da Pesquisa

Para a etapa de pós-campo, foram realizadas aulas com exposição de conteúdos relacionados aos tratamentos biológicos estudados, com apoio da utilização de imagens de satélite para identificação de pontos de lançamento de esgotos sem tratamento no município e visualização de tecnologias empregadas em outras ETE da região.

Realizou-se, também na etapa de pós-campo, a prática com os cursistas que consistiu no cultivo de bactérias em gelatina, pasta de farinha de aveia e de maizena como meio de cultura para discussões sobre o ensino de ciências aplicado à propagação de doenças de veiculação hídrica. Na compreensão de Freire (2005), a práxis é constituída de ação e reflexão, o que requer do professor a compreensão da dimensão de uma educação problematizadora e a forma como os assuntos são conectados.

Como atividade de problematização, os participantes foram desafiados a produzir relatos sobre as situações apresentadas em fóruns e questionários do AVA, a fim de externar as contradições locais/regionais a ponto de compreenderem a necessidade de produzir novos conhecimentos, com os quais conseguiriam interpretar as situações adequadamente.

O encerramento desse momento contemplou a apresentação de uma palestra com 03 servidoras públicas municipais da Vigilância Sanitária de Aracruz sobre epidemiologia, em que dados locais sobre as principais doenças relacionadas ao saneamento básico foram discutidos. Trechos dos relatos e diálogos produzidos durante as práticas escolares que trataram das

perspectivas do esgotamento sanitário, do desenvolvimento de microorganismos patogênicos e da proliferação de doenças de veiculação hídrica são apresentados no Quadro 4.

Quadro 4 - Diálogos realizados durante a Intervenção Escolar

Participante 1: [...] o tratamento de esgoto depende do metabolismo microbiótico para diminuição de poluente? Eu pensava que o tratamento fosse realizado usando produtos químicos.

Participante 2: [...] fiquei surpreso ao saber que a ligação irregular do esgoto na drenagem pluvial ou vice-versa, pode interferir na capacidade do tratamento de esgoto modificando o meio de cultura.

Participante 5: [...] essa ETE recebe o esgoto de toda a cidade? O padrão de lançamento é adequado para a capacidade do rio?

Participante 6: [...] esses resíduos sólidos que se acumulam no fundo dos tanques vão para aterro sanitário? Eles são depositados junto com os resíduos dos serviços de saúde?

Participante 8: [...] nunca pensei que uma prática tão simples usando gelatina pudesse gerar tanta discussão sobre microorganismos presentes no esgoto doméstico.

Participante 9: [...] a palestra do professor sobre ensino e gestão pública deixou claro que ensino, poder público, antarquia de saneamento, vigilância sanitária e meio ambiente precisam promover uma educação crítica.

Participante 10: [...] a construção de uma prática escolar com garrafa PET, pedras e areia é perfeita para mostrar aos alunos como ocorre a filtração da água, tanto nas estações como a infiltração no solo.

Participante 11: [...] antes eu considerava toda atividade fora da sala de aula como visita técnica. Agora entendi do que se trata de aula de campo e que esta requer um planejamento que inclui uma etapa anterior e posterior para fechamento dos assuntos.

Participante 12: [...] a ETA, a ETE, as bactérias do meio de cultura, o filtro de garrafa PET, o ensino e a gestão pública estão todos interligados na ciência.

Fonte: Dados da Pesquisa.

As práticas realizadas produziram debates sobre as potencialidades da intervenção para abordagem de aspectos políticos da vida em sociedade, universalização dos serviços públicos, sustentabilidade ambiental, impactos da economia e saúde. Amostras dos conteúdos registrados pelos cursistas durante a intervenção demonstra o apoderamento sociocientífico ao expor questões que trataram da redução de carga poluente e do metabolismo e equilíbrio microbiótico para redução da carga orgânica, por exemplo.

Aspectos socioculturais e sociotecnológicos foram discutidos nos debates sobre o cruzamentos de fluxos entre os sistemas de drenagem pluvial e esgotamento sanitário na eficiência da ETE. As questões socioambientais relacionaram-se às discussões sobre o padrão de lançamento de efluentes, à classificação e enquadramento dos corpos hídricos.

Durante a problematização proporcionada no contexto das aulas de campo, foi possível verificar que o participante vinculava a importância da ETE à melhora da qualidade da água dos mananciais superficiais, demonstrando a aptidão de refletir sobre o padrão adequado de lançamento dos efluentes em corpos d'água para reduzir os impactos ambientais sobre os recursos hídricos.

Associações sobre o nível de qualidade do esgoto, o metabolismo microbiótico adequado à concepção de tratamento adotada e a capacidade de diluição do efluente no corpo receptor também foram discutidas a partir dos diálogos produzidos. Discussões metodológicas, técnicas e pedagógicas foram produzidas durante as aulas de campo, considerando palestras e práticas

adotadas nas etapas de pré-campo e pós-campo. Foi possível identificar que os cursistas perceberam o potencial pedagógico da metodologia pedagógica adotada.

Além de proporcionarem a contextualização dos serviços sanitários operacionalizados pela autarquia de saneamento, as intervenções propiciaram a percepção das contradições entre os saberes prévios e o conhecimento científico que permeia as tecnologias de tratamento de água e de esgoto, bem como os conhecimentos de fronteira. A Análise Textual Discursiva das atividades produzidas, apresentada pelo Quadro 5, visou a identificar as contradições entre os saberes prévios e os conhecimentos apropriados, a partir da exploração de situações-limite desafiadoras (FREIRE, 2005) propostas nas aulas de campo.

Quadro 5 - Análise Textual Discursiva (ATD) dos relatos obtidos durante a etapa Problematizar da MMD

Categorias Iniciais	Categorias Finais
Uma estação de tratamento de água não poderá tratar água se não houver água	Aspectos socioculturais, sociocientíficos, sociotecnológicos, socioambientais e sociopolíticos
Bom saber que a Vigilância Sanitária também fiscaliza a qualidade da água, pois trata-se de saúde pública	Aspectos sociopolíticos, sociocientíficos e socioculturais
Os microorganismos são importantes para o tratamento dos esgotos e quando presentes na água podem trazer risco à saúde	Aspectos sociocientíficos, sociopolíticos, sociotecnológicos, socioculturais e socioambientais
As aulas de campo, palestras e oficinas foram importantes para discutir aspectos metodológicos, pedagógicos e científicos	Aspectos socioculturais, sociocientíficos, sociotecnológicos, sociopolíticos, socioeconômicos e socioambientais
Os resíduos gerados nas ETA e ETE precisam ser melhores aproveitados pois tem muito potencial de utilização	Aspectos socioculturais, sociocientíficos, sociotecnológicos, socioambientais e sociopolíticos

Fonte: Elaborado a partir de Arnoni (2012) e Santos e Auler (2011)

Freire (2005) menciona que as contradições geradas pelas situações reais desafiam a população a produzir respostas, não só em nível intelectual mas também por meio de ações. Para Oliveira, Almeida e Arnoni (2007), uma situação de ensino problematizadora explicita as divergências de saberes, estimulando a busca por soluções por intermédio de seus saberes disponíveis. Assim que os saberes iniciais são percebidos como insuficientes para produzir a resposta suscitada, a contradição promove a investigação e a busca por novas relações de conhecimento.

Conclusão

As aulas de campo nas estações de tratamento de água e de tratamento de esgoto promoveram tanto a apropriação de conteúdos associados ao abastecimento público e do

esgotamento sanitário quanto de questões de fronteiras do conhecimento, permitindo discutir situações existenciais e locais necessárias para a promoção da cidadania. Neste contexto estão, por exemplo, os debates sobre prestação dos serviços de saúde, a gestão da infraestrutura urbana, as condições sanitárias necessárias para manutenção de bem estar, as políticas ambientais e sociais, além de questões culturais inerentes ao uso dos serviços de saneamento básico.

As etapas de pré-campo e pós-campo, componentes da metodologia da aula de campo (SENICIATO e CAVASSAN, 2004), foram desenvolvidas contemplando palestras, práticas e atividades de sistematização disponibilizadas em ambiente virtual. Assim, a intervenção pedagógica integrada à metodologia de mediação dialética, articulada à perspectiva do movimento CTS/CTSA, com foco na educação emancipadora freiriana, teve o objetivo de explorar espaços não-formais e virtuais, desenvolver diálogos e produzir reflexões e questionamentos que retratam a importância da práxis educativa na atividade docente.

À luz da etapa de problematização da MMD, a própria metodologia da aula de campo foi debatida com o intuito de superar a fragmentação do conhecimento, potencializar a compreensão da realidade social e munir os docentes de práticas emancipatórias. Dessa maneira, as aulas de campo foram desenvolvidas com o propósito de capacitar os professores-alunos para promoção da ação crítica do ser social, no sentido de produzir transformação, sobretudo pela superação da teoria na prática e da prática na teoria, conforme Arnoni (2003).

O recorte dos conteúdos registrados pelos cursistas ao longo da intervenção demonstrou empoderamento sociocientífico ao expor conteúdos programáticos que se relacionam a saberes epistemológicos aplicados a situações reais ligadas a aspectos científicos, tecnológicos, sociais e ambientais. Os dados obtidos corroboraram o potencial motivador das aulas de campo, favorecendo o debate crítico e interdisciplinar dos conteúdos de ciências, promovendo a superação da fragmentação do conhecimento científico.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática do Ifes, ao CNPq e a Fapes pelo apoio concedido no desenvolvimento do projeto de pesquisa.

Referências

- ALMEIDA, Ivone Liphau. Práticas de cidadania nos anos iniciais: conversas sobre saneamento básico urbano com enfoque CTS/CTSA Freiriano. 2019. 237 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Humanidades) - Programa de Pós-Graduação em Ensino de Humanidades, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2019.
- ARNONI, Maria Eliza Brefere. Trabalho educativo e mediação dialética: fundamento teórico-filosófico e sua implicação metodológica para a prática e o ensino de conceitos científicos. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO – Teorias e Políticas, 2003, São Paulo, Anais... São Paulo: UNINOVE, 2003. 1 CD-ROM.
- ARNONI, Maria Eliza Brefere. Mediação dialético-pedagógica e práxis educativa: o aspecto ontológico da aula. Revista Educação e Emancipação, São Luís/ MA, v.5, n.2, jul/dez. 2012.
- ARRUDA, Elvina Maria de Sousa. Potencialidades pedagógicas dos espaços de educação não formal da cidade de Aracruz-ES: contribuições para a formação inicial de professores de química. 2017. 149 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, Instituto Federal do Espírito Santo, Vitória, 2017.
- BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. São Paulo: Edições 70, 2011, 229 p.
- BRASIL. Ministério do Desenvolvimento Regional. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional, 2017. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/institucional-snis>. Acesso em: 05 mai. 2021.
- CAMPOS, Carlos Roberto Pires et al. Aula de campo na Floresta Nacional de Pacotuba (ES): Aprendizagem colaborativa na formação continuada de professores de ciências da natureza. Ensino, Saude e Ambiente, v. 11, n. 3, 2018.
- CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. Revista brasileira de educação, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 89-100, abr. 2003.
- COMPIANI, M. O lugar e as escalas e suas dimensões horizontal e vertical nos trabalhos práticos: implicações para o ensino de ciências e educação ambiental. Ciência e Educação, v.13, n. 1, p. 29-45, 2007.
- CORNELLI, Renata *et al.* Métodos de tratamento de esgotos domésticos: Uma revisão sistemática. Revista de Estudos Ambientais, Blumenau, v. 16, n. 2, p. 20-36, 2015.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A., PERNAMBUCO, M. M. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos, 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. Editora Paz e Terra. São Paulo, 2004.
- FREIRE, Paulo. Pedagogia do oprimido. 40 Edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 2005. 213 p.
- GIL, Antonio Carlos. Estudo de Caso. São Paulo: Atlas, 2009. 148 p.

GOHN, Maria da Glória. Educação não formal e o educador social, atuação no desenvolvimento de projetos sociais. São Paulo: Cortez, 2010.

INSTITUTO TRATA BRASIL. Município Aracruz. 2020. Paineis Saneamento Brasil. Disponível em: <https://www.painelsaneamento.org.br/localidade/index?id=320060>. Acesso em: 05 mai. 2021.

LÓPEZ, J. L. L.; CEREZO, J. A. L. Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad. In: GARCÍA, M. I. G., CEREZO, J. A. L., LÓPEZ, J. L. L. Ciencia, tecnología y sociedad: una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología. Madrid: Editorial Tecnos S. A. 1996.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1993.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. Ensino de biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.

MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. Análise textual discursiva: processo construído de múltiplas faces. Ciência & Educação. Bauru, v. 12, n. 1, p. 117-128, abr. 2006. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-7313200600-0100009&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 13 set. 2019.

NARDI, Roberto. Educação em ciências: da pesquisa à prática docente. Bauru: Escrituras, 2010.

NORONHA, Olinda Maria. Epistemologia, formação de professores e práxis educativa transformadora. Quaestio-Revista de Estudos em Educação, Sorocaba, v. 12, n. 1, p. 5-24, 2010. Disponível em: <http://periodicos.uniso.br/ojs/index.php/quaestio/article/view/176/176>. Acesso em: 8 dez. 2019.

NUCASE. Núcleo Sudeste de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental. Esgotamento sanitário: operação e manutenção de sistemas simplificados de tratamento de esgotos. Guia do profissional em treinamento. Belo Horizonte: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, ReCESA, 2008, 76 p.

OLIVEIRA, Edilson Moreira; ALMEIDA, José Luís Vieira; ARNONI, Maria Eliza Brefere. Mediação Dialética na Educação Escolar: teoria e prática. São Paulo: Edições Loyola, 2007.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; MATOS, E. A. S. A.; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da ciência, tecnologia e sociedade: enfocando o ensino médio. Revista Iberoamericana de educación, Espanha, v. 44, n. 1, p. 147-166, 2007.

PIVELI, R. P.; KATO, M. T. Qualidade das águas e poluição: aspectos físico-químicos. São Paulo/SP: ABES, 2005, v. 1, 285 p.

SAUL, Alexandre; VOLTAS, Fernanda Quatorze. Paulo Freire e Antônio Gramsci: aportes para pensar a formação de professores como contexto de construção de práxis docentes contra-hegemônicas. Reflexão e Ação, Santa Cruz do Sul, v. 25, n. 2, pp. 134-151, maio/ago. 2017. Disponível: <https://online.unisc.br/seer/index.php/reflex/article/download/8961/pdf>. Acesso em: 5 out. 2019.

SENICIATO, Tatiana; CAVASSAN, Osmar. Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências: um estudo com alunos do ensino fundamental. Ciência & Educação, Bauru, v. 10, n. 1, p. 133-147, mar. 2004.

SILVA, Marcelo Scabelo da *et al.* Aula de campo e alfabetização científica em ambientes costeiros: atividades colaborativas nas falésias do sul capixaba. Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, v. 10, 2015.

SILVA, Marcelo Scabelo da; CAMPOS, Carlos Roberto Pires. Atividades investigativas na formação de professores de ciências: uma aula de campo na formação Barreiras de Marataízes, ES. Ciência & Educação, Bauru, v. 23, n. 3, p. 775-793, 2017.

TRIVIÑOS, A. N. S. A pesquisa qualitativa em educação. São Paulo, Brasil. Atlas. 1987.

VASCONCELOS, Simone Oliveira Thompson *et al.* Uma formação continuada de profissionais da educação no Museu Inhotim para debater a pedagogia da Práxis. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2017, Florianópolis. Anais... Florianópolis: UFSC, 2017.