

EDUCAÇÃO CTS/CTSA COM ENFOQUE FREIRIANO POR MEIO DE AULA DE CAMPO SOBRE RECUPERAÇÃO DE NASCENTE DE ÁGUA

STS/STSE Education with Freirean Approach by means of Field Class on Water Boring Recovery

Lourival Demuner [lourival.demuner@gmail.com]
Sérgio Martins dos Santos [sergyusquimica@gmail.com]

*Secretaria de Estado da Educação do Espírito Santo – SEDU/ES
 Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática - Educimat
 Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, campus Vila Velha
 Av. Ministro Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha – ES, Brasil. CEP 29106-010*

Vilma Reis Terra [vilma.terra@ifes.edu.br]
Sidnei Quezada Meireles Leite [squezada@ifes.edu.br]
Maria das Graças Ferreira Lobino [maria.lobino@ifes.edu.br]

*Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências e Matemática - Educimat
 Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, campus Vila Velha
 Avenida Ministro Salgado Filho, 1000 - Soteco, Vila Velha – ES, Brasil. CEP 29106-010*

Recebido em: 26/04/2019

Aceito em: 13/12/2019

Resumo

O objetivo deste trabalho foi o de estudar a execução de um plano de intervenção escolar construído para debater a temática de recuperação de nascente de água, água potável e recuperação de matas ciliares, buscando se aproximar da perspectiva da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). Este trabalho tratou de um relato de experiência sobre um plano de intervenção escolar construído à luz de uma abordagem temática (ATF), articulada a proposta de aula de campo. A investigação qualitativa demonstrou que perpassou pelas etapas de levantamento preliminar, análise das situações e escolha das codificações, diálogos descodificados, redução temática e culminância com um trabalho final com os sujeitos envolvidos. Participaram da intervenção estudantes com idades entre 14 e 21 anos do Ensino Médio de uma escola pública da cidade de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil. Por meio de contextualização, evidenciando contradições, entre outras características, promoveu a apropriação de conteúdos sobre temática de recuperação de nascente de água, perpassando por aspectos tecnológicos, científicos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. Concluímos que a intervenção escolar foi fundamental para o processo de formação dos estudantes, promovendo criticidade, autonomia em suas escolhas, sentimento de pertencimento local e empoderamento social.

Palavras-chave: educação em ciência; intervenção escolar; recuperação de nascentes de água; abordagem temática freiriana; CTS/CTSA.

Abstract

The objective of this work was to study the execution of a school intervention plan built to discuss the theme of recovery of water source, drinking water and recovery of riparian forests, seeking to approach the perspective of education Science-Technology-Society-Environment (STS/STSE). This paper deals with an experience report about a school intervention plan constructed in the light of a

thematic approach (ATF), articulated the proposal of field lessons. Qualitative research has shown that it has undergone the stages of preliminary survey, analysis of situations and choice of codifications, dialogues decoded, thematic reduction and culmination with a final work with the subjects involved. Participants were students aged between 14 and 21 years of high school from a public school in the city of Baixo Guandu, Espírito Santo State, Brazil. Through contextualization, evidencing contradictions, among other characteristics, promoted the appropriation of content on the theme of recovery of water source, passing through technological, scientific, economic, social, cultural and environmental aspects. We conclude that school intervention was fundamental to the students' training process, promoting criticality, autonomy in their choices, a sense of local belonging and social empowerment.

Keywords: science education; school intervention; recovery of water sources; Freire's thematic approach; STS/STSE.

Introdução

Uma nascente de água, também conhecida como olho d'água, mina d'água, fio d'água, cabeceira e fonte, nada mais é que o aparecimento, na superfície do terreno, de um lençol subterrâneo, dando origem a cursos d'água (Baggio et al., 2013; Calheiros et al., 2004). As nascentes são fontes de água que surgem em determinados locais da superfície do solo e são facilmente encontradas no meio rural. Elas correspondem ao local onde se inicia um curso de água (rio, ribeirão, córrego), seja grande ou pequeno. As nascentes (ou mananciais) se formam quando o aquífero atinge a superfície e, conseqüentemente, a água armazenada no subsolo jorra (mina) na superfície do solo (FNMA, 2005; São Paulo, 2013). Se forma em pontos de descarga dos aquíferos, geralmente localizados junto do nível de base geral, de aquíferos suspensos ou locais hidrogeologicamente controlados. Sob o aspecto ambiental, nascente é uma área onde há a exsudação natural de água subterrânea de forma a possibilitar a formação e a sustentabilidade de uma biocenose associada à água que disponibiliza. É comum se caracterizar o acúmulo de água em determinadas áreas como nascente ou olho d'água: no entanto, se a água disponível procedente do subsolo não for suficiente para a manutenção do ecossistema ao qual se associa, esta área não se caracteriza como nascente.

Ao estudar as nascentes de água, buscamos compreender a Política Nacional de Recursos Hídricos, materializada na Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que se baseia no fundamento de que a água é um bem público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. É um importante recurso natural necessário em inúmeras atividades humanas e utilizada para diversos fins. Todavia, sabe-se que seu consumo aumenta a cada dia em virtude de vários fatores, entre eles o aumento populacional, o aumento na produção econômica, seja ela de origem agrícola ou industrial.

Este trabalho nasceu de uma palestra sobre o Projeto “Olhos D'Água” do Instituto Terra, localizado na cidade de Aimorés, Minas Gerais, realizada durante uma formação de professores de ciências naturais que aconteceu no Estado do Espírito Santo. Ao pensar em práticas interdisciplinares, buscou-se o estudo de nascente de água envolvendo as disciplinas de Geografia, Biologia e Química, estabelecendo a conexão entre as grandes áreas – Ciências da Natureza e Ciências Humanas. Busca-se desenvolver estratégias de ensino que valorize e enfatiza as questões ambientais regionais e locais, criando propostas de abordagem de temáticas transversais no contexto escolar, razão pela qual relembramos os Parâmetros Curriculares Nacionais dos Temas Transversais para o Ensino Fundamental [PCN – Temas Transversais], publicados pelo Ministério da Educação do Brasil (Brasil, 1998). Mas, para compreender a articulação entre as transversalidades e a relação entre a ciência,

tecnologia, sociedade e ambiente, foram observados o documento das Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (Brasil, 2013). Os pressupostos e fundamentos da Educação Básica, entre outras coisas, baseiam-se na relação entre a educação, trabalho, ciência, tecnologia e cultura, bem como nos direitos humanos e na sustentabilidade, o que parece dar um caráter fundamental a realização de práticas interdisciplinares e transdisciplinares nos espaços escolares.

De acordo com alguns autores como Ciliato & Sartori (2015), Tommasiello, Rocha & Bergamashi (2015), Pinho (2014), devido ao caráter transversal da temática ambiental, era esperado que os temas fossem abordados por todos componentes curriculares, dentro de suas características e necessidades, embora o processo de materialização de atividades pedagógicas de caráter transversal no contexto escolar sempre foi algo que carecia de mais clareza para os professores das disciplinas. Entretanto, Pinho (2014) destaca que uma prática de educação ambiental, articulada com as propostas da Conferência de Tbilise, deve conter as seguintes características: processo dinâmico interativo, potencial transformador, participativa, abrangente, globalizante, permanente e contextualizadora. Além destes, a interdisciplinaridade se constitui em um dos princípios da Política Nacional de Educação Ambiental, Lei Federal Nº 9.795, de 27 de abril de 1999, que definiu educação ambiental como sendo os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade. Para nos aproximarmos da perspectiva crítica da educação ambiental, lançamos mão de Layrargues (2004) e Loureiro, Layrargues & Castro (2009, 2011), que parte da premissa de que os conhecimentos e verdades são historicamente constituídos e que a origem dos chamados problemas ambientais está no modo como socialmente nos organizamos, produzimos cultura e intervimos no mundo por meio da técnica, visando em seu processo educativo e saber criticar tais processos sociais.

Santos (2007) destaca que uma proposta curricular de CTS pode ser vista como uma integração da educação científica, tecnológica e social, numa proposta que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados os aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (López e Cerezo, 1996). Neste caso, o objetivo principal dos currículos CTS/CTSA é a promoção da capacidade de tomada de decisão, formação de cidadania, superação da perspectiva de neutralidade e salvacionista da ciência, visando também a promoção da educação ambiental. Por isso, utilizamos a sigla CTS/CTSA para agregar o movimento como todo [CTS+A], englobando a perspectiva CTSA. Preferimos usar a denominação CTSA, em vez de CTS, para enfatizar as implicações ambientais, em concordância com o movimento CTS que incorporou a vertente ambiental à tríade CTS, passando a se denominar CTSA, na tentativa de resgatar o papel da educação ambiental (EA) do movimento inicial de CTS (Santos e Auler, 2011). Portanto, consideramos a perspectiva do movimento Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTS/CTSA), que consideram os estudos culturais sobre as relações entre Ciência, Tecnologia, Sociedade e as reflexões sobre a consequências ambientais, além das interrelações entre ciência-tecnologia-sociedade (Angotti e Auth, 2001).

Durante as reuniões do grupo de pesquisa, surgiram alguns questionamentos que balizaram a construção deste estudo. Por exemplo, de que maneira uma prática pedagógica baseada na perspectiva freiriana poderia se articular com os conteúdos programáticos da disciplina de forma contextualizadora? De que maneira uma proposta baseada em mediação dialética [freiriana] poderia ser articulada em práticas realizadas num contexto da educação profissional de nível médio? De que maneira seria possível introduzir uma práxis educativa freiriana, tendo em vista a formação de indivíduos ativos socialmente, críticos e emancipados, contribuindo para a formação cidadã e profissional?

O objetivo deste trabalho foi o de estudar a execução de um plano de intervenção escolar construído para debater a temática de recuperação de nascente de água, água potável e recuperação de matas ciliares, buscando se aproximar da perspectiva da educação Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA). Este trabalho tratou de um relato de experiência sobre um plano de intervenção escolar construído à luz de uma abordagem temática (ATF), articulada a proposta de aula de campo.

Planejamento da Intervenção Escolar

Este trabalho tratou de um relato de experiência sobre um plano de intervenção escolar construído à luz de uma abordagem temática (ATF), articulada a proposta de aula de campo. A investigação qualitativa demonstrou que perpassou pelas etapas de levantamento preliminar, análise das situações e escolha das codificações, diálogos descodificados, redução temática e culminância com um trabalho final com os sujeitos envolvidos.

Para planejar a intervenção escolar, nos baseamos na perspectiva da Abordagem Temática Freireana (ATF), baseadas em Freire (2004; 2005) e Delizoicov, Angotti & Pernambuco (2002). O processo de codificação-problematização-descodificação, proposto por Paulo Freire, estrutura a dinâmica pedagógica. Então, com base nesses autores, propusemos a construção de uma intervenção pedagógica perpassando 5 (cinco) momentos, não necessariamente consecutivos (tabela 1). A organização da aula de campo, contendo as etapas de pré-campo, campo e pós-campo, foi baseada nos pressupostos de Seniciato & Cavassani (2008), de Campos (2015), conforme está apresentado na tabela 2.

Tabela 1: Abordagem temática freireana aplicada na construção de uma intervenção pedagógica para debater IST, perpassando 5 (cinco) momentos, não necessariamente consecutivos, de Freire (2005).

Etapa	Situação Pedagógica	Contexto
1	Levantamento preliminar	Reconhecendo o contexto. Consistiu no reconhecimento do espaço de vida do aluno e sua relação com a temática guarda-chuva do Plano de Intervenção Escolar – IST.
2	Análise das situações e escolha das codificações	Situações a serem abordadas no processo pedagógico. Realiza-se a escolha de situações que sintetizam as contradições vividas.
3	Diálogos descodificadores	Diálogos e temas/subtemas geradores a partir da temática guarda-chuva IST. A partir desses diálogos se obtêm os temas geradores.
4	Redução temática	Conexões da temática com conteúdo disciplinar. Produção de conteúdo programáticos e identificação de conhecimentos disciplinares conectados ao(s) tema/subtemas.
5	Trabalho com os sujeitos envolvidos.	Consiste na realização de um momento de socialização do conhecimento e rodas de conversas.

Após o planejamento, foi realizada uma primeira validação da intervenção escolar de Geografia, Química e Biologia entre pares da área de Ensino de Ciências. Esta comissão foi formada por três alunos e ex-alunos de programas de ensino de ciências, que se reuniram para a apresentação da intervenção escolar, seguida do preenchimento de um formulário produzido pelo grupo de investigação Educação Científica e Movimento CTS/CTSA do Instituto Federal do Espírito Santo. O formulário foi elaborado com base em Giordan, Guimarães & Massi (2011), na forma de escala social de Likert, abordando questões sobre potencialidades do ensino e aprendizagem, além das questões de exequibilidade da intervenção escolar. A segunda validação da intervenção escolar se deu pela

execução dos momentos pedagógicos nos espaços escolares e não escolares. Estes dois momentos foram importantes para promover a reflexão da prática escolar interdisciplinar.

A presente pesquisa foi realizada em uma escola da rede Estadual de ensino na cidade de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil, com 33 alunos, com idades entre 14 e 17 anos, da segunda série do Ensino Médio. Este município pertence à região Centro Oeste do Estado do Espírito Santo, cuja base da economia é essencialmente agropecuária. Também participaram da intervenção pedagógica professores de Geografia, de Ciências Biológicas e de Química. Procurou-se seguir todas as recomendações do Comitê de Ética em Pesquisa do Instituto Federal do Espírito Santo, preservando a identidade dos sujeitos, utilizando o termo de consentimento livre e esclarecido e solicitação da autorização dos pais para os menores de idade, com o termo de assentimento livre e esclarecido.

Tabela 2: Resumo das etapas dos momentos pedagógicos da prática interdisciplinar entre Geografia, Biologia e Química contendo as três etapas, realizada em 2017 no ensino médio público da Rede Estadual de Educação Básica do Espírito Santo (Brasil):

Aula de campo	Objetivos	Conteúdos	Dinâmicas
<u>Pré-Campo</u> <u>6h</u> <u>(6 aulas)</u>	Compreender os impactos socio-ambientais da escassez prolongada de água que ocorrem em uma região; Aprender as etapas do ciclo da água;	Escassez de água, no Estado do Espírito Santo; Poluição Hídrica; Ciclo da água; Nascentes.	Problemática envolvendo a escassez da água, a importância das nascentes e sua preservação por meio da leitura de texto e apresentação de vídeos. ¹ E dramatização com uso da música, "Planeta Água".
<u>Campo</u> <u>12h</u> <u>(12 aulas)</u>	Compreender as etapas de recuperação de uma nascente. Conhecer espécies do bioma mata atlântica usados na recuperação de nascente. Realizar atividades de investigação científica, coleta de amostra de água.	Técnicas de preservação de nascentes. O bioma da Mata Atlântica. Parâmetros físico-químico da água.	Divisão da turma em dois grupos, primeiro grupo mediu o pH e turbidez da água e coleta a mostras para análise posteriores em laboratório da escola e preparou as amostras de água para determinar o teor oxigênio dissolvido; e o segundo grupo mediu e calculou a vazão das nascentes e coletou a amostras de espécies vegetais. .
<u>Pós-Campo</u> <u>6h</u> <u>(6 aulas)</u>	Entender o conceito e o cálculo de vazão Compreender por meio do modelo de Bohr que o espectro (luz) emitido está associada a um elemento químico; Identificar uma reação química e a sua aplicação como técnica. Nomear a taxionomicamente algumas espécies vegetais.	Método direto de Cálculo de vazão Biodiversidade; Reação química de precipitação; Modelo Atômico de Bohr (Teste da Chama)	No laboratório de Ciências da escola o primeiro grupo realizou: Análises qualitativas: Cloreto, "Ferro" e Sulfato. O segundo grupo analisou a presença de cátions por meio do teste da chama e apresentou os resultados dos cálculos de vazão. Identificação de algumas espécies vegetais na biblioteca da escola. Debate com enfoque CTS/CTSA referente aos temas elencados e seus impactos socioambientais; Avaliação: Relatório individual das atividades experimentais.

Para realizar o estudo, utilizou-se como técnicas de coleta de dados a observação participante com anotações no diário de bordo, as imagens e relato oral e escrito dos grupos de trabalho. Como instrumento de coleta de dados, utilizou-se anotações das observações em diário de pesquisa, fotografias como registros das aulas de campo, e anotações produzidas pelos alunos nos diários de bordo de cada grupo de trabalho. A investigação metodológica de ensino foi realizada no segundo semestre de 2017, numa escola pública estadual do município de Baixo Guandu, Estado do Espírito Santo, Brasil.

As análises sob a ótica da política foram realizadas com base na Política Nacional de Recursos Hídricos, Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997; na Portaria MS Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011; e na Lei Federal Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que trata da preservação da água potável como fator preponderante para a tutela material do direito fundamental à saúde. As questões relacionadas a recuperação de nascente de água foram discutidas com base em Valente & Gomes (2015). A análise baseada nos pressupostos da educação CTS/CTSA foi referenciada em Rosenthal (1989), Hofstein, Aikenhead & Riquarts (1988), López & Cerezo (1996), Santos (2007), Santos & Auler (2011) e Aikenhead (2009), Teixeira (2003), Correa & Bazzo (2017) e Rocha & Leite (2017). Os pressupostos da educação ambiental foram referenciados em Layrargues (2004), Loureiro, Layrargues & Castro (2009, 2011), e na Política Nacional de Educação Ambiental (Brasil, 1999).

Etapa I - Pré-Campo

Na Etapa de Pré-Campo teve como finalidade a problematização da temática de nascente de água, a água potável e as matas ciliares e aconteceu em 3 encontros de 2 horas. Foram apresentados alguns documentários sobre a seca no Estado do Espírito Santo (tabela 3). Por exemplo, foi exibido um documentário sobre a seca no Rio Doce, que passa na cidade de Colatina, no Estado do Espírito Santo, Brasil. No documentário, os alunos tiveram a oportunidade de discutir a seca do rio e os agravos ambientais desde o desastre da Barragem de Mariana, Minas Gerais. Quando foi exibida a reportagem sobre a recuperação de nascentes de água na cidade de Afonso Cláudio, Espírito Santo, exibida pela TV Gazeta em 2015, no programa Jornal do Campo.

Após a exibição de cada documento, houve um debate mediado por algumas perguntas e exibição de algumas reportagens de jornal de grande circulação do Estado do Espírito Santo – por exemplo, dados estatísticos exibidos em relatório nacional sobre o uso e disposição de água doce, Jornal Tribuna e Jornal Gazeta (figura 1). O debate realizado durante aula de Pré-Campo evidenciou que a maioria dos alunos não conhecia claramente a situação do acesso e disponibilidade de água potável no mundo e no Estado do Espírito Santo. Os alunos perceberam algumas iniciativas de desenvolvimento de tecnologias para obtenção de água potável, como por exemplo o canudo acoplado com filtro de água distribuído pela ONU em comunidades da África, sistema de recuperação de água de chuva do nordeste brasileiro, as usinas de dessalinização de água existente em Israel, Índia, Arábia Saudita e Emirados Árabe, e a recuperação de nascentes de água por recomposição de florestas de mata ciliar. Também houve uma discussão sobre o Dia Mundial da Água – 22 de março, inclusive com possíveis atividades pedagógicas envolvendo toda a comunidade escolar a serem desenvolvidas no próximo ano.

Tabela 3: Documentários e reportagens sobre a seca do Estado do Espírito Santo.

Documento	Título do Documentário/Reportagem	Endereço
1	Título: Retratos da seca do Estado do Espírito Santo. Ano: 2016. Resumo: É um documentário que mostra os reais impactos da seca que assola o estado, com imagens impressionantes, traçamos um mapa da crise hídrica nos municípios do noroeste do estado, registramos a situação crítica de várias fazendas e chegamos até Ecoporanga, o maior produtor de leite do Espírito Santo e que tem passado por momentos conturbados. Passamos por Colatina, e vamos atualizar a situação do Rio Doce 8 meses depois da tragédia devido o rompimento da barragem em Mariana, MG.	https://youtu.be/gXKGEcleToo
2	Título: Seca, Espírito Santo em crise. Ano: 2015 Resumo: A tragédia de mariana matou o que já agonizava. A parte	https://youtu.be/OIHrgTcT0qQ

	capixaba do Rio Doce, já morria de sede antes mesmo de ser sufocada pela enxurrada de lama das barragens da Samarco. Fruto de uma das piores secas enfrentadas pelo Espírito Santo. Na série que o tn começa a exibir hoje, um retrato do rio que passou pela vida dos capixabas. E o rio que ainda vai renascer. Durante toda semana você vai ver um panorama da estiagem que castiga o povo do Espírito Santo.	
3	Título: Recuperação de nascente em Afonso Claudio – ES Ano: 2015. Resumo: Com o reflorestamento em torno da nascente que já havia secado, a água volta a brotar após 2 anos.	https://youtu.be/cjpnOrmm9R0

Outra discussão realizada foi sobre os órgãos governamentais que gerenciam a criação e aplicação leis sobre os usos dos recursos hídricos e educação ambiental necessária para uma sustentabilidade ambiental (figura 2). Por exemplo, a aula de Pré-Campo perpassou pela visita ao portal do Ministério do Meio Ambiente onde é possível encontrar material voltado para educação ambiental. No caso do Estado do Espírito Santo, também foi possível conhecer a Secretaria de Estado do Meio Ambiente (SEAMA/ES) e o Instituto Estadual do Meio Ambiente (IEMA), que cuidam da interlocução legislativa e executiva do Estado Federal com o Estado do Espírito Santo. Vale lembrar que foi discutida a Política Nacional de Recursos Hídricos, materializada na Lei Federal Nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, que se baseia no fundamento de que a água é um bem público e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico. Também foram discutidas as principais políticas para água potável – Portaria MS Nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que trata dos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade; e a Lei Federal Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007, que trata da preservação da água potável como fator preponderante para a tutela material do direito fundamental à saúde.

Figura 1: Mosaico de fotografias dos slides contendo dados estatísticos sobre a água doce no mundo e uso/desusos da água, evidenciando potencialidades para abordar a temática de nascente de água, água potável e mata ciliar na intervenção pedagógica.



Fonte:

Dia mundial da água – 22 de março. <http://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/7794-sem-por-que-sem-elas-bercos-d-agua-talvez-nem-existissem-mais>

Filtro de água no canudo para tomar na fonte. <http://fazendoasmalas.com/blog/a-invencao-do-seculo-para-os-aventureiros-canudinho-portatil-purificador-de-agua-lifestraw/2249/>

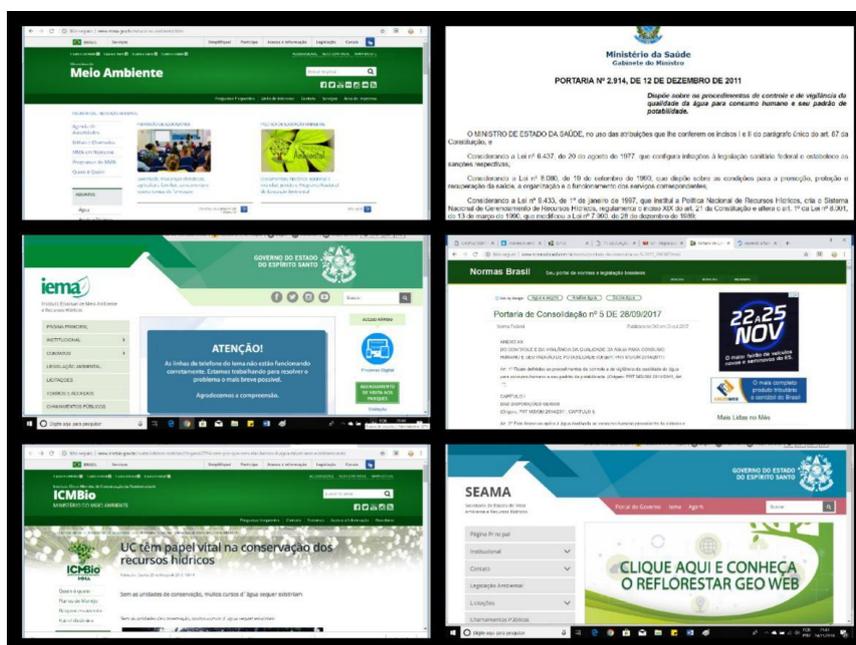
Dados estatísticos sobre água. <http://www.informeavina2012.org/portugues/agua.shtml>

A água que você não vê - <http://itapemirim.es.leg.br/noticia/ler/504/22-de-marco-dia-mundial-da-agua>

Triste retrato sobre a água. <https://www.metrojornal.com.br/foco/2018/03/22/milhoes-de-brasileiros-sofrem-com-falta-de-agua-tratada-e-esgoto.html>

Para discutir o papel e criação das Unidades de Conservação, buscamos compreender um pouco sobre o Instituto Chico Mendes, órgão que é ligado ao Ministério do Meio Ambiente. Percebeu-se que o Instituto Chico Mendes propõe a criação de uma nova unidade de conservação, quando há uma história do local, construída a partir de longa trajetória, a qual se justifica à escolha desse espaço a ser especialmente protegido. Nesta seara de discussões, foi possível perpassar pela questão do saneamento básico, com a compreensão de que se constitui no conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais - abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, e drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas.

Figura 2: Mosaico de fotografias dos portais dos principais órgãos governamentais que cuidam dos recursos hídricos e educação ambiental, evidenciando potencialidades para abordar a temática de nascente de água, água potável e mata ciliar na intervenção pedagógica.



Fonte:

Ministério do Meio Ambiente. <http://www.mma.gov.br/>

PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. http://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html

IEMA. Espírito Santo. <https://iema.es.gov.br/>

Portaria de Consolidação nº 5 – Anexo XX, dispõe sobre o controle e a vigilância da qualidade da água. http://bvms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2017/prc0005_03_10_2017.html

ICBio. UC têm papel vital na conservação dos recursos hídricos. <http://www.icmbio.gov.br/porta/ultimas-noticias/20-geral/7794-sem-por-que-sem-elas-bercos-d-agua-talvez-nem-existissem-mais>

SEMA. Espírito Santo. <https://seama.es.gov.br/>

O debate sobre a situação hídrica no Estado do Espírito Santo se desenvolveu a partir da exibição dos slides, uma vez que a maior parte dos alunos morava na zona urbana, razão pela qual talvez tenha menor percepção da situação da seca. Entretanto, para aqueles que vivem na zona rural, há uma preocupação com a fonte de água potável, tais como as nascentes de água e construção de cisternas para recuperação de água de chuva, a fim de garantir abastecimento necessário para a produção e comercialização de alimentos. Mas, infelizmente, há muitos casos de perdas de nascentes de água na zona rural, devido ao desmatamento ciliar. Os trechos das falas dos alunos colhidos durante os debates enfatizam a importância da intervenção pedagógica para abordar a temática de água

potável, recuperação de nascente de água e mata ciliar.

Aluna 18: - *Professor! Eu penso que todos os dias o despejo de esgoto doméstico nos rios, as queimadas e as devastações, é uma falta de sensibilidade e isso faz que poluimos os cursos de água com toda ignorância e falta de conhecimento, porque não estamos acostumados a preservar. É o que tem causado gradativamente a falta de água e todo o problema ambiental do qual o Espírito Santo está atravessando, uma vez, que estamos gastando exageradamente água.*

Professor de Geografia: - *[...] A água pode trazer benefícios, mas também pode causar problemas. Enumere vantagens, favorecimento e desvantagem que a água pode causar:*

Aluna 11: - *[...] A água banha aldeias que mata a sede da população. A água pode levar fertilidade ao sertão.*

Aluna 10: - *[...] Gotas de água das chuvas são triste são lágrimas na inundação. Igual a enchente grande de 2013.*

Aluna 07: - *[...] Água que movem moinhos são as mesmas águas que encharcam o chão. Infiltração né professor*

Na tentativa de nos aproximarmos a perspectiva freiriana, buscamos na experiência pedagógica desenvolvida por Rocha & Leite (2017), que produziram uma prática de aula de campo de educação ambiental com enfoque CTS/CTSA, envolvendo alunos do ensino fundamental para conhecerem a realidade da comunidade pesqueira na qual a escola se encontrava. A partir do estudo realizado sobre a prática escolar, os autores identificaram que houve a articulação de saberes escolares, populares e científicos a partir das temáticas de “manguezal”, “pesca artesanal” e “sustentabilidade”, perpassando por conteúdos de ciências naturais, aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioeconômicos, sócio históricos, socioculturais e socioambientais. De acordo com Correa & Bazzo (2017), as práticas de CTS/CTSA realizada na perspectiva de uma educação emancipadora, isto é, perpassando pela concepção, formação e atitude, que têm o papel de criar espaços, por meio do diálogo, de reflexões, de questionamentos, de poder decisório sobre as ações e soluções construídas coletivamente, possibilita ao cidadão reconhecer que está envolvido socialmente e lutar com mais consciência pela promoção de ambientes de trabalho que motivem a cooperação, a humanização e o posicionamento crítico em relação ao processo civilizatório.

Houve uma dinâmica com a música “Planeta Água”, do autor Guilherme Arantes, publicada em 1983. Houve uma leitura prévia da letra da música, seguida do canto coletivo sob a projeção da música cantada em um vídeo do Youtube, disponível no endereço eletrônico <https://www.youtube.com/watch?v=1BYlw3wq1b8>. A atividade promoveu uma reflexão sobre as etapas do ciclo da água e a sua importância socioambiental e socioeconômica, sob o clima da música cantada, conforme o trecho da letra descrito a seguir:

Planeta Água
Guilherme Arantes

Água que nasce na fonte serena do mundo
E que abre um profundo grotão
Água que faz inocente riacho
E deságua na corrente do ribeirão
Águas escuras dos rios
Que levam a fertilidade ao sertão
Águas que banham aldeias
E matam a sede da população
Águas que caem das pedras
No véu das cascatas, ronco de trovão
E depois dormem tranquilas
No leito dos lagos
No leito dos lagos
[...]

A participação dos alunos nesta dinâmica da música “Planeta Água” gerou diversos debates sobre a temática, razão pela qual se configurou em uma forma de produção de conhecimento sobre o ciclo da água. O ciclo da água, conhecido cientificamente como o ciclo hidrológico, refere-se à troca contínua de água na hidrosfera, entre a atmosfera, a água do solo, águas superficiais, subterrâneas e das plantas. A ciência que estuda o ciclo hidrológico é a hidrologia (Tucci, 2000). Portanto, a dinâmica pedagógica promoveu a construção epistemológica a partir de uma prática coletiva e aprendizagem colaborativa, com o engajamento dos alunos na busca por compreender os fenômenos e problemas sobre o ciclo da água. Neste caso, a intervenção pedagógica propiciou a cultura da participação (Auler, 2007).

Para sensibilizar os estudantes sobre a temática de ciclo de água, água potável e recuperação de nascentes de água, foi feita uma apresentação de alguns slides contendo fotografias do sistema hídrico e matas ciliares. Na figura 3 mostra um mosaico contendo algumas fotografias dos slides abordando matas ciliares, vegetação características na Mata Atlântica, modelo de sistema hídrico que propicia o nascimento de rios e bacias hidrográficas. Foi a partir desta pesquisa que os alunos foram conduzidos a conhecerem alguns espécimes de plantas características de matas ciliares da Mata Atlântica, o que fomentou os alunos a conduzirem o trabalho na etapa de Pós-Campo. As imagens demonstram as potencialidades pedagógicas para promover o estudo prévio sobre a temática de água potável e recuperação de nascentes de água potável.

Figura 3: Mosaico de fotografias dos slides contendo potencialidades pedagógicas para abordar os assuntos de matas ciliares, vegetação características na Mata Atlântica, modelo de sistema hídrico que propicia o nascimento de rios e bacias hidrográficas.



Fonte:

Mata Atlântica. <https://www.mundoecologia.com.br/plantas/especies-de-arvores-com-fotos/>

Árvores nativas da Mata Atlântica. <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/27478078/site-ajuda-agricultor-na-escolha-de-arvores-nativas-da-mata-atlantica>

Árvores para Reflorestamento. <https://www.agron.com.br/publicacoes/noticias/ecologia-agro-sustentavel/2015/02/11/042846/como-escolher-as-arvores-certas-para-o-reflorestamento.html>

Mata Ciliar. https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/reducao_de_impactos2/agricultura/agr_acoes_resultados/agr_solucoes_mata_ciliar/

Cuidados com a mata ciliar ajudam na preservação do meio ambiente. <http://www.mundohusqvarma.com.br/assunto/preservacao-da-mata-ciliar-ajuda-na-preservacao-do-meio-ambiente/>

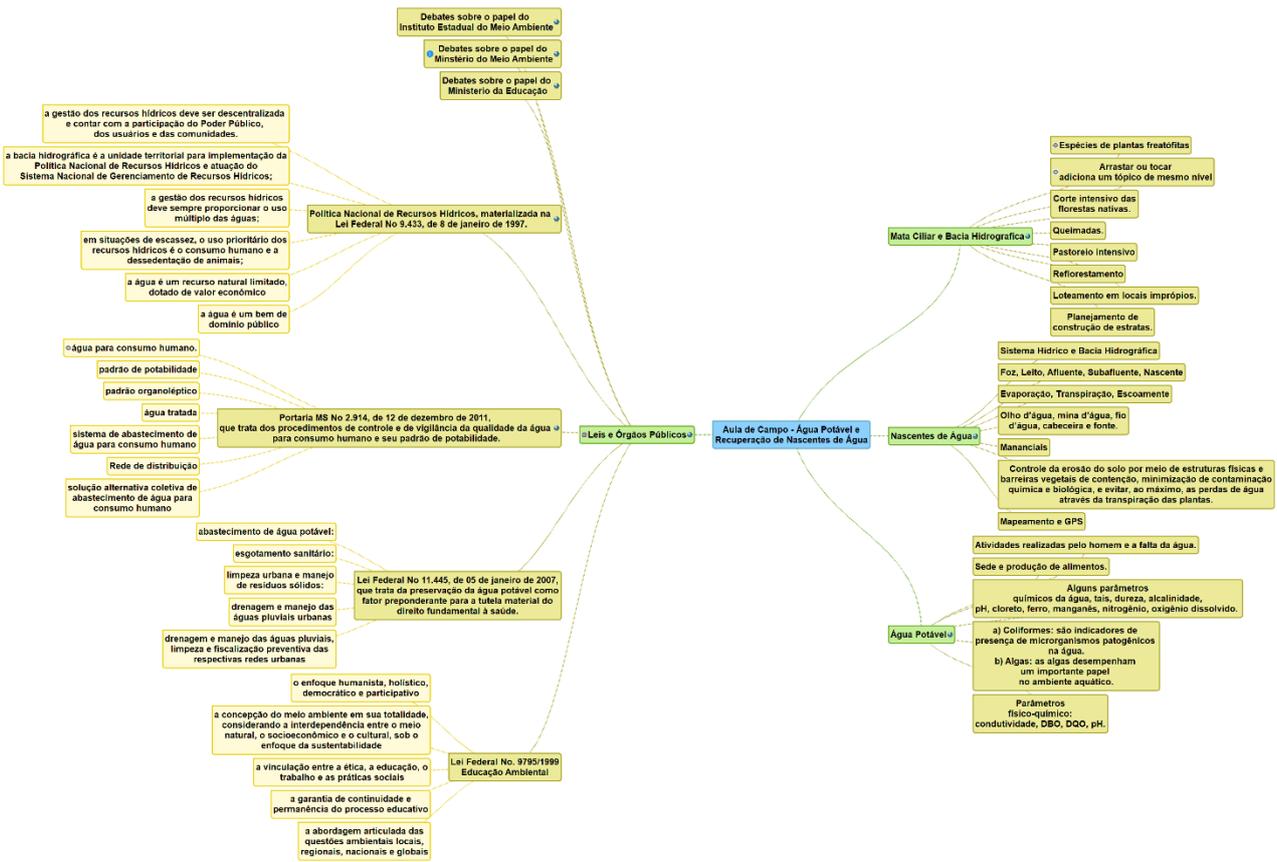
Partes de um rio. <https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/geografia/partes-um-rio.htm>

Ressaltamos que alguns dos princípios básicos da educação ambiental, preconizados na Lei Federal No. 9795/1999, que cita o enfoque humanista, holístico, democrático e participativo; a concepção do meio ambiente em sua totalidade, considerando a interdependência entre o meio natural, o socioeconômico e o cultural, sob o enfoque da sustentabilidade; a vinculação entre a ética, a educação, o trabalho e as práticas sociais; a garantia de continuidade e permanência do processo educativo; e a abordagem articulada das questões ambientais locais, regionais, nacionais e globais. No caso da prática relatada, buscou-se abordar de forma combinada o desenvolvimento a prática social realizada em um contexto regional da Mata Atlântica, contextualizada, dialogada com as questões da vida contemporânea, e a teoria sobre as questões debatidas. Portanto, teoria e prática estiveram presentes em toda a intervenção pedagógica, o que se configurou em uma práxis educativa apoiada nas ideias de Paulo Freire. Ao se debruçar sobre as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (Brasil, 2013), percebemos que a prática pedagógica realizada também seguiu os pressupostos e fundamentos do ensino médio com qualidade social, já que houve constante diálogo entre trabalho, educação, ciência, tecnologia e cultura. Neste caso, os indícios desta ação pedagógica se constituíram em ações pedagógicas de contextualização, interdisciplinaridade, a partir da inserção de situações do cotidiano e conexões entre saberes escolares e não escolares. Nesse sentido, buscamos a partir da práxis educativa reunir argumentações que qualificam e contextualizam a educação como direito social e o ensino médio com qualidade social (Silva & Colantonio, 2014).

Na figura 4 é apresentado um diagrama mental produzido a partir da análise da prática pedagógica, o qual aponta uma diversidade de conteúdos/conceitos que evidenciam a riqueza da intervenção desenvolvida nesta perspectiva de ensino e aprendizagem. Neste caso, os conceitos-chaves foram apresentados de maneira clara e objetiva que possibilitou a compreensão, estimulação e ampliação de visão de mundo.

Freire (2005) propõe a abordagem temática em seu livro “Pedagogia do Oprimido”, partindo de situações-limite que são dimensões desafiadoras [ou problemas], cujos temas deveriam emergir da atividade cotidiana dos alunos e que, para eles, nem sempre são compreendidas como tais. O autor ressalta que estas situações não devem ser encaradas como barreiras insuperáveis, entretanto como oportunidades para mudar, as quais podem ser compreendidas e superadas por meio do enfrentamento sobre a realidade. Desta forma, no contexto escolar, é desejável que o professor incentive o desenvolvimento de uma percepção crítica dos alunos sobre essas situações para além daquilo que se mostra aparente. Ressalta-se que a escola onde este trabalho foi realizado está localizada no cenário do desastre do rompimento das barragens de Mariana, razão pelo qual os debates foram expressivos. Nesta parte da intervenção pedagógica, a produção dos trabalhos coletivos juntamente com os debates produzidos em sala de aula promoveu a percepção crítica dos alunos sobre a realidade de recuperação de nascentes de água e questão da água potável.

Figura 4: Diagrama mental relacionando as potencialidades de abrangência de conteúdos produzidos durante a etapa de Pré-Campo da prática pedagógica de água potável, recuperação de nascentes de água e matas ciliares.



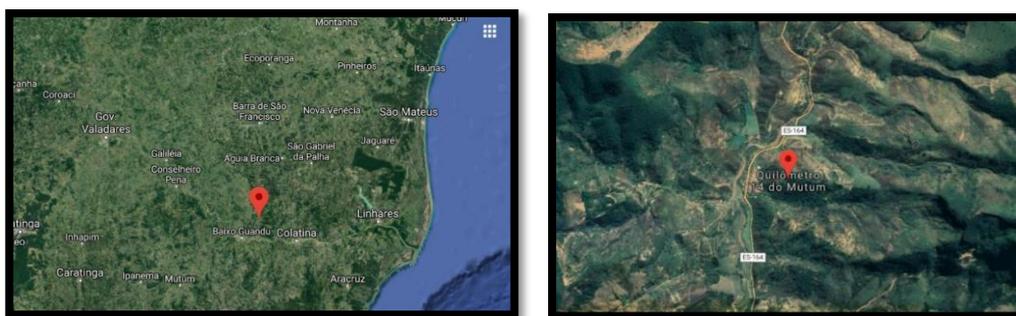
Fonte: Produção de dados (2018).

Etapa II - Campo

A aula de campo foi realizada numa parte da Mata Atlântica localizada no Km 14 da Rodovia ES-164, perto da Capela de Nossa Senhora de Aparecida e do Rio Mutum-Preto. Na figura 5 está mostrada a localização de onde foi realizada a aula de campo [GPS: -19,5; -40,9]. Este ponto fica localizado a 500 metros do Rio Mutum-Preto e 20 km do Rio Doce.

Ao chegar no espaço visitado, uma parte do grupo de trabalho fez o reconhecimento do local e realizou coleta previa de algumas mudas de espécies de plantas nativas para o reflorestamento ciliar da nascente de água. Na figura 6 está mostrado um mosaico de fotografias dos momentos da aula de campo no espaço da nascente de água, durante a intervenção escolar com o ensino médio público de uma escola de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil. Em seguida, os grupos passaram a coletar amostras de água e de vegetais, realizaram medições de alguns parâmetros físico-químicos da água, tais cor, odor, pH e condutividade. Também realizaram medição da vazão de água que brotava na nascente. Ao final, os alunos realizaram uma ação de reflorestamento ciliar à nascente de água.

Figura 5: Mapa do local onde foi realizada a aula de campo, localizado no Km 14 da Rodovia ES-164, Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil [Coordenadas de GPS: -19,5; -40,9].



Fonte: Produção de dados (2018) a partir do Google Map.

Figura 6: Mosaico de fotografias dos momentos da aula de campo no espaço da nascente de água, durante a intervenção escolar com o ensino médio público de uma escola de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Produção de dados (2018).

A nascente é um afloramento do lençol freático que se forma a partir do acúmulo de água dando origem a uma fonte (regatos, ribeirões e rios), de acordo com Valente e Gomes (2015). Em virtude de sua importância para os seres vivos, deve ser tratada com espírito de preservação. A nascente ideal é aquela que fornece água de boa qualidade, abundante e contínua, localizada próxima do local de uso e de cota topográfica elevada, possibilitando sua distribuição por gravidade, sem gasto de energia. Entre as técnicas de preservação de uma nascente está a necessidade de se realizar o monitoramento não apenas quantitativo, mas também qualitativo da água.

A partir do estudo prévio sobre a água potável, recuperação de nascente de água e mata ciliar, perpassando por conteúdos de ciências naturais, aspectos tecnológicos, sociocientíficos, socioeconômicos, sócio históricos, socioculturais e socioambientais, foi realizada a aula de campo, quando se intensificou o estudo sobre nascentes de água, oportunizando os alunos a revisarem definições, fenômeno de formação de nascentes, tipos de nascentes de água, fenômeno de desaparecimento da nascente de água e técnicas de recuperação de nascentes de água. A partir de alguns questionamentos, tais como: Como se forma uma nascente de água? O que é uma mata ciliar?

O que são plantas freatófitas? Quais os fatores que interferem no processo do aparecimento de nascentes de água? A partir destas perguntas, seguiram os debates, com manifestos dos alunos, como por exemplo:

Aluna 15: – [...] elas se originam a partir do lençol freático[...].

Aluno 12: – [...] ela é formada pelo acúmulo de água em um determinado lugar que brota na superfície [...].

Aluna 17: - [...] foi uma ótima experiência para nós, tivemos o prazer [...], plantamos diversas espécies, ver uma nascente a olho nu e ver também todas as características do local. Fizemos ótimas pesquisas acerca do tema.

No trecho de fala da aluna, percebe-se a perspectiva interdisciplinar promovido a partir da intervenção pedagógica, envolvendo as disciplinas de Geografia, Matemática, Química e Biologia. Ao pensar sobre essas questões sobre a sustentabilidade ambiental, questões da seca, sede, falta de água potável, desaparecimento das nascentes de água promoveu também conhecimentos transdisciplinares, conduzindo discussões que estão além dos espaços disciplinares.

Para discutir o Bioma da Mata Atlântica, foi realizado um exercício de observação da biota nos espaços visitados, a fim de que os alunos conseguissem perceber a valiosa diversidade peculiar da Mata Atlântica. Biota é o conjunto de seres vivos que habitam um determinado ambiente ecológico, em estreita correspondência com as características físicas, químicas e biológicas do ambiente. Bioma é a grande comunidade estável e desenvolvida, adaptada às condições ecológicas de uma certa região e caracterizada por um tipo principal de vegetação, como por exemplo a Mata Atlântica. Em outras palavras, biomas são tipos de ecossistemas, habitats ou comunidades biológicas com certo nível de homogeneidade. Entre as espécies observadas, incluem-se árvores, plantas rasteiras, pássaros, insetos, peixes, anfíbios, entre outras coisas.

Teixeira (2003) ressalta que no campo da pesquisa didática associada ao ensino de ciências, percebe-se uma crítica sobre a ênfase nas práticas com inovações modestas, para não dizer incipiente, na realidade escolar brasileira. Embora Teixeira (2003) enfatize o movimento CTS/CTSA articulado à perspectiva da Pedagogia Histórico-Crítica, proposta por Demerval Saviani, há convergências com o nosso caso que também tem influências de uma educação progressista. O presente estudo ressalta o movimento CTS/CTSA articulado à perspectiva freiriana orientados por princípios democráticos e emancipadores, a partir de questões locais e regionais, que subsidiam o desenvolvimento de práticas escolares voltadas para o ensino de ciências naturais articulados ao ensino de humanidades, em sintonia com movimentos pedagógicos progressistas. Neste sentido, processo de democratização do saber sistematizado, a partir da compreensão da realidade histórica e dos problemas sociais. Neste sentido, conseguimos identificar pontos de convergência entre o movimento CTS/CTSA e a perspectiva das pedagogias progressistas – freiriana e histórico-crítica, o que corrobora as discussões produzidas por Teixeira (2003). Seguindo a proposta de Correa e Bazzo (2017), buscamos realizar práticas de CTS/CTSA na perspectiva de uma educação emancipadora, isto é, perpassando pela concepção, formação e atitude, que têm o papel de criar espaços, por meio do diálogo, de reflexões, de questionamentos, de poder decisório sobre as ações e soluções construídas coletivamente, possibilita ao cidadão reconhecer que está envolvido socialmente e lutar com mais consciência pela promoção de ambientes de trabalho que motivem a cooperação, a humanização e o posicionamento crítico em relação ao processo civilizatório.

As estratégias de preservação das nascentes devem englobar pontos básicos como: controle da erosão do solo por meio de estruturas físicas e barreiras vegetais de contenção, minimização de contaminação química e biológica, e evitar, ao máximo, as perdas de água através da transpiração das plantas. Visando frear o desperdício e a degradação da água, em todas as partes do mundo, diversos órgãos (governamentais e não governamentais) têm se empenhado em criar meios para despertar uma

consciência de uso racional da água bem como da preservação dos seus mananciais. As principais causas da degradação que vêm ocorrendo nas bacias de cabeceira são as seguintes:

- a) Corte intensivo das florestas nativas: o desmatamento ocorre, basicamente, em função da busca por maiores produções por meio da expansão das áreas produtivas.
- b) Queimadas: após o desmatamento, quase sempre, faz-se uma queimada para eliminar restos da floresta (cipós, tocos, galhos e restos das copas das árvores). As queimadas são extremamente nocivas aos solos, pois elas destroem a matéria orgânica da camada superficial do solo, eliminam os microrganismos (decompositores) benéficos do solo que atuam na decomposição de restos de plantas e animais e dificultam a infiltração da água da chuva devido à facilidade com que ocorre o escoamento superficial.
- c) Pastoreio intensivo: a criação extensiva de animais em áreas de cabeceiras é uma das formas mais graves de agressão aos mananciais. Isso, porque, na maioria das vezes, as áreas das bacias de cabeceira são subdivididas em pequenas propriedades, nas quais as partes utilizadas como pastos recebem um número excessivo de animais.
- d) Planejamento na construção de estradas: a maioria das estradas construídas nas áreas de encosta não passou por um planejamento adequado, visando à proteção das nascentes.
- e) Loteamentos em locais impróprios: o crescimento desordenado, sem um planejamento adequado, faz com que, nas periferias, aglomere-se um grande número de pessoas. Desses aglomerados, decorre a compactação do solo, a erosão e o assoreamento dos cursos d'água.
- f) Reflorestamento: essa é uma operação que nem sempre surte o efeito desejado, quando o objetivo é fazer a recuperação e a conservação das nascentes. Deve ser muito bem planejado, orientado e executado por um especialista no assunto antes de o projeto ser executado.

O processo de recuperação e conservação das nascentes consiste, basicamente, em três fundamentos básicos, ou seja, proteção da superfície do solo, criação de condições favoráveis à infiltração da água no solo e a redução da taxa de evapotranspiração.

- a) Técnicas vegetativas aplicadas à conservação de nascentes
- b) Recuperação e conservação de nascentes que secaram totalmente
- c) Sistema funcional de proteção para evitar o secamento e a contaminação da mina

Diante da problemática ambiental atual, faz-se necessário experimentar um modelo de construção de conhecimento científico, alicerçado no diálogo, no exercício da cidadania, no fortalecimento dos sujeitos na busca de uma tomada de consciência voltada para uma Educação Ambiental transformadora. Ela será alcançada através do respeito à autonomia escolar e acadêmica e deve ser desenvolvida como uma prática educativa integrada e interdisciplinar, contínua e permanente em todas as fases, etapas, níveis e modalidades, não devendo, como regra, ser implantada como disciplina ou componente curricular específico (Brasil, 2012).

De acordo com a Lei Federal No. 9.433/1997, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, a água é um bem público e um recurso natural limitado dotado de valor econômico. É um importante recurso natural necessário em inúmeras atividades humanas e utilizada para diversos fins. Todavia, sabe-se que seu consumo aumenta a cada dia em virtude de vários fatores, entre eles o aumento populacional, o aumento na produção econômica, seja ela de origem agrícola ou industrial.

Etapa III - Pós-Campo

A etapa de Pós-Campo ocorreu na escola, quando o grupo do trabalho realizou as análises físico-químicas, organolépticas e biológicas no laboratório de ciências da escola. Ao todo foram

quatro grupos que se organizaram nas tarefas de laboratório. Foram feitas as análises das amostras de água, identificação das amostras de espécies vegetais e os cálculos de vazão. Com a supervisão do professor de Química, os grupos analisaram, respectivamente, análise qualitativa de alguns íons (ferro III, cloreto e sulfato) por teste da chama e pH. Também foram analisados por cor os seguintes cátions metálicos: sódio, potássio, cálcio e lítio. Na figura 7 está mostrado um mosaico de fotografias contendo registros dos momentos no laboratório de ciências e biblioteca escolar para desenvolver as atividades da etapa de Pós-Campo.

Figura 7: Mosaico de fotografias dos momentos contendo registros dos momentos no laboratório de ciências e biblioteca escolar para desenvolver as atividades da etapa de Pós-Campo, durante a intervenção escolar com o ensino médio público de uma escola de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Produção de dados (2018).

O Teste da chama é um importante método de identificação, principalmente de cátions metálicos, utilizado na análise química. Neste ensaio, ocorrem as interações atômicas através dos níveis e subníveis de energia quantizada. A alta temperatura de chama do bico de Bunsen provoca a vaporização de íons presentes na solução amostra excitando eletronicamente os elétrons dos respectivos íons metálicos da amostra aquosa a níveis de maior energia. Para alguns elementos, esses elétrons ao retornar ao estado fundamental (nível de menor energia), emitem parte da energia absorvida da chama do bico de Bunsen na forma de luz visível. Este fenômeno está relacionado à propriedade quântica do elétron que é empregada no método analítico qualitativo, para detectar a presença de alguns íons metálicos em solução aquosa. Esse método fundamenta-se no fato de que a quantidade de energia necessária para excitar um elétron é única para cada elemento químico. Assim, é possível identificar a presença de certos elementos químicos em razão da cor característico que eles emitem quando aquecidos em uma chama (Gracetto, Hioka & Santin Filho, 2006).

Na Biblioteca da Escola, foram realizadas reuniões para tratar os dados, já que este local possuía acesso à internet, computador e acesso ao material coletado previamente que estavam organizados em arquivo PDF. Houve um grupo de trabalho que se dedicou na identificação das plantas

por meio de um levantamento preliminar das características das amostras. Com auxílio da internet e sabendo que eram espécies nativas da Mata Atlântica, os alunos buscaram o nome vulgar, nome científico e família taxionômica. das espécies recolhidas na área delimitada dentro do ambiente de nascente.

Santos (2007) ressalta que o conteúdo referente às ciências naturais dos currículos de CTS/CTSA é composto por aspectos relativos a estudos políticos de ciência, mais vinculados às questões sociais externas à comunidade científica (conservação de energia, crescimento populacional, efeitos da energia nuclear, etc.) e a aspectos da ciência vinculados às questões internas à comunidade científica, relacionadas a sua epistemologia e filosofia (Rosenthal, 1989). Em nosso trabalho, buscamos debates conteúdos perpassando por diferentes aspectos tais como científicos, tecnológicos, culturais, sociais, econômicos, políticos e ambientais. Por exemplo, os aspectos tecnológicos e científicos foram abordados quando, por exemplo, produzimos a prática associada à teoria no momento em que os alunos conheceram a técnica de recuperação de nascente de água pela plantação de espécies da Mata Atlântica, algumas espécies freatófitas, bem quando os alunos realizaram a análise físico-química das amostras de água. Outro aspecto abordado foi o da política – buscamos perpassar pelas interações entre a ciência e a tecnologia e os sistemas público, de governo e legal; a tomada de decisão sobre ciência e tecnologia; o uso político da ciência e tecnologia; ciência, tecnologia, defesa nacional e políticas globais.

Os manifestos durante o debate produzido nas reuniões de trabalho realizadas na Biblioteca Escolar demonstraram o processo de apropriação dos conhecimentos de Química. Relatos mostraram que o projeto escolar estava proporcionando momentos de produção científica que nunca aconteceriam em situação regular de ensino na sala de aula. Primeiro, a oportunidade de conhecer alguns conteúdos teórico-práticos de Química e Biologia. Em segundo lugar, a oportunidade de estabelecer conexões interdisciplinares e transdisciplinares com diferentes saberes científicos, escolares e populares. Por exemplo, o caso das relações estabelecidas entre análise química de água com as possíveis potenciais enfermidades, e as plantas de caráter freatófitas presente na recuperação de nascentes de água. Os trechos das falas dos alunos colhidos durante os debates enfatizam a importância da intervenção pedagógica para abordar a temática de água potável, recuperação de nascente de água e mata ciliar, como a seguir:

Professor de Química: - [...] qual é a importância de se conhecer as propriedades físico-químicas de curso de água? Será que isso é importante?

Aluno 07: - [...] sim. Para saber se ela é apropriada para beber.

Professor de Química: - [...] o que mais?

Aluna 04: - [...] se a concentração de alguma substância pode fazer mal.

Aluna 18: - [...] se ela tem doenças.

Professor de Geografia: - [...] daí cada mineral pode causar um dano à saúde, assim se ele for bom também pode retardar o envelhecimento, pode combater certo tipo de doença.

Aluna 20: - [...] é, sério? [interrompe].

Professor de Geografia: - [...] Sim.

Aluno 10: - [...] professor. Teve uma reportagem que já passou uns tempos atrás, uma cidade tinha canos de água, só que os canos eram muito velhos e começou soltar ferro na água, muita gente começou adoecer, câncer e precisou esvaziar a cidade.

Aluna 20: - [...] tiramos a amostras e também fotografamos algumas plantas. Vimos que na nascente tinha taboa. Ela é uma planta freatófita que prejudica a nascente.

Aluna 11: - [...] nas a taboa é uma planta que serve para fazer travesseiro, esteiras e colchões.

Aluna 18: - [...] outras plantas encontradas foram a tiririca do brejo, samambaia, navalha de macaco, embaúba.

Aluna 09: - [...] nosso grupo viu que na água da nascente havia presença de sulfato porque ela mudou suas propriedades quando adicionamos algumas substâncias como o nitrato de bário [...].

Aluna 04: - [...] aula de campo, onde nós analisamos os parâmetros. Nós medimos o pH, a Temperatura a turbidez. Só lembrando gente que turbidez não é a cor da água, mas a quantidade de partículas que tem na água. Isso é muito importante [...], porque dependendo da turbidez a luz solar não consegue entrar. Se a luz solar não entrar, não ocorre a fotossíntese e, aí, não libera o oxigênio e não tem vida na água. Pelo resultado, o pH do lago deu 6 e o da nascente deu 5. Isso quer dizer que essa água não é apropriada para a piscicultura, por exemplo, o peixe não se desenvolve bem lá.

Na figura 8 está mostrado um diagrama mental construído com base nas categorias da educação CTS/CTSA, para demonstrar a aproximação da intervenção pedagógica com a perspectiva do Movimento CTS/CTSA. Com base em Santos & Auler (2011), buscou-se inter-relações perpassando por aspectos científicos, tecnológicos, econômicos, sociais, culturais e ambientais. O diagrama mental aponta para uma diversidade de conteúdo/conceito que demonstra a riqueza da prática pedagógica desenvolvida nesta perspectiva de ensino e aprendizagem. Neste caso, os seus conceitos chaves foram apresentados de maneiras claras e objetivas que possibilitou a compreensão, estimulação e ampliação de visão de mundo. Dessa forma, a assimilação de conteúdos mais abrangentes e conectados às questões locais/regionais promovem a ampliação de visão de mundo.

Segundo Hofstein, Aikenhead & Riquarts (1988, p. 358), no que diz respeito à educação CTS/CTSA, o ensino do conteúdo de ciências [e áreas de fronteiras] deve abranger o contexto do correspondente meio tecnológico e social, no qual os estudantes integram o conhecimento científico com a tecnologia e o mundo social de suas experiências do dia-a-dia. A proposta curricular da educação CTS/CTSA corresponderia, portanto, a uma integração entre educação científica, tecnológica e social [acrescentamos ambiental], em que os conteúdos científicos e tecnológicos são estudados juntamente com a discussão de seus aspectos históricos, éticos, políticos e socioeconômicos (López & Cerezo, 1996).

Sobre as questões relacionadas à educação CTS/CTSA, a prática pedagógica buscou incluir nos debates as questões relacionadas a ciência, tecnologia, sociedade, econômica cultura e ambiente. A intervenção escolar organizada na forma de aula de campo, produziu uma série de reflexões sobre as inter-relações da Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente, envolvendo questões da saúde, ambientais, éticas, valores, economia, miséria, pobreza, entre outros temas, todos localizados na fronteira do conhecimento, debatidos por Aikenhead (2009). O manifesto dos alunos evidencia a

compreensão das técnicas usadas na recuperação e preservação de nascentes de água, conforme o relato a seguir:

Aluna 05: - [...] nós tivemos também uma aula de campo onde nós colocamos em prática o que nós aprendemos.

Aluna 08: - [...] aprendemos na prática a importância do cercamento e da vegetação na preservação da água para não deixar ela ser poluída, não se deteriore e não acabe também.

Aluno 10: - [...] aula de campo, onde nós analisamos os parâmetros. Nós medimos o pH, a Temperatura a turbidez. Só lembrando gente que turbidez não é a cor da água, mas a quantidade de partículas que tem na água. Isso é muito importante [...], porque dependendo da turbidez a luz solar não consegue entrar.

As tecnologias adotadas no processo de recuperação de nascentes de água compreendem práticas vegetativas de caráter edáfico ligados ao solo e práticas mecânicas. A recomendação de tecnologias vegetativas que adequadamente utilizadas, tem importante participação na conservação das nascentes. Esta técnica não consiste apenas em realizar o plantio de “árvores”, mas em considerar toda a vegetação que cobre a área próxima à nascente de água, podendo ser natural ou implantada (Valente & Gomes, 2015).

Figura 8: Diagrama mental correlacionando as potencialidades de abrangência ações pedagógicas com a perspectiva CTS/CTSA, desenvolvidas ao longo da aula de campo – Pré-Campo, Campo e Pós-Campo, durante a intervenção escolar com o ensino médio público de uma escola de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil.



Fonte: Produção de dados (2018).

Considerações Finais

A intervenção pedagógica organizada na forma de uma aula de campo permitiu abordar aspectos teóricos da recuperação de nascentes de água e da política nacional de educação ambiental na etapa de pré-campo. A etapa de campo consistiu na realização de práticas de recuperação de nascentes de água, com a seleção de espécies da Mata Atlântica, algumas espécies freatófitas, com o envolvimento de alunos do ensino médio público de uma escola de Baixo Guandu, Espírito Santo, Brasil. A etapa de pós-campo ocorreu na escola, quando foi possível realizar análises no laboratório de ciências da escola e rodas de conversas sobre os resultados produzidos ao longo de toda a

intervenção escolar. A intervenção incluiu atividades como análises das amostras de água, identificação das amostras de espécies vegetais, cálculos de vazão, análise qualitativa de alguns íons (ferro III, cloreto e sulfato) por teste da chama, e de cátions metálicos: sódio, potássio, cálcio e lítio. Do ponto de vista metodológico de ensino, a intervenção pedagógica seguiu os pressupostos de Seniciato & Cavassani (2008), e de Campos (2015), o que garantiu o sucesso do planejamento pedagógico no contexto da educação básica.

As aproximações com Paulo Freire foram conduzidas por meio de uma dinâmica pedagógica que incluiu 5 (cinco) momentos, não necessariamente consecutivos, a saber: levantamento preliminar, análise das situações e escolha das codificações, diálogos descodificadores, redução temática, e trabalho com os sujeitos envolvidos. Baseado em Freire (2005), partimos de problemas locais e regionais, cujos temas emergiram do cotidiano dos alunos, oportunizando-os a fazer diferença, compreender os processos e superar as dificuldades, enfrentando a realidade. Os alunos reconheceram a importância do recurso natural das nascentes de água, necessárias em inúmeras atividades humanas e utilizada para diversos fins. Entretanto, balizaram as discussões com a Lei Federal No. 9.433/1997, que trata da Política Nacional de Recursos Hídricos, também observando a importância de se conhecer as leis. Os debates também perpassaram pelo aumento do consumo da água no planeta, em virtude de vários fatores, entre eles o aumento populacional, o aumento na produção econômica, seja ela de origem agrícola ou industrial, razão pela qual o preço da água tem aumentado.

Para realização da recuperação da nascente de água, foram adotadas tecnologias que compreenderam algumas práticas vegetativas de caráter edáfico ligados ao solo, usando espécies nativas da Mata Atlântica, tendo como foco principal a conservação das nascentes. Nesse sentido, conforme Valente & Gomes, (2015), a técnica utilizada não consistiu apenas em realizar o plantio de “árvores”, mas em considerar toda a vegetação que cobre a área próxima à nascente de água, podendo ser natural ou implantada.

Por fim, sobre as questões relacionadas à educação CTS/CTSA, os debates produzidos na intervenção pedagógica perpassaram por questões da ciência, da tecnologia, da sociedade, da economia, da cultura e do ambiente. Assim, ao produzir conhecimento por meio de inter-relações envolvendo questões da saúde, ambientais, éticas, valores, economia, miséria, pobreza, entre outros temas, todos localizados na fronteira do conhecimento, foi possível nos aproximar da perspectiva de Aikenhead (2009) e Santos e Auler (2011), contribuindo para a formação de indivíduos com poder de decisão, capacidade de intervir nos processos da vida, promovendo empoderamento social e sentimento de pertencimento local e regional nos alunos que participaram da intervenção.

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

- Aikenhead, Glen S. **Educação Científica para todos**. Tradução de Maria Teresa Oliveira. 1ª Edição. Mangualde, Portugal: Edições Pedagogo. 2009.
- Auler, Décio & Bazzo, Walter Antonio (2001). Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v.7, n.1, p.1-13.

- Bernardes, Maria Beatriz Junqueira & Prieto, Élisson Cesar (2010). Educação Ambiental: Disciplina versus Tema Transversal. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 24, janeiro a julho de 2010.
- Brasil (1998). Ministério da Educação e Cultura (MEC). **Parâmetros Curriculares Nacionais: Terceiro e quarto ciclos: apresentação dos temas transversais**. Brasília: Secretaria de Ensino Fundamental.
- Brasil (2013). Ministério da Educação e Cultura (MEC). **Diretrizes Curriculares Nacionais (DCN)**. Brasília/DF.
- Campos, Carlos Robertor Pires (Org.) (2015). **Aulas de campo para alfabetização científica: práticas pedagógicas escolares**. Vitória: Edifes. 284 p.
- Ciliato, Fernanda Langendorf Guedes & Sartori, Jerônimo (2015). **Revista Monografias Ambientais – REMOA**. Edição especial: Pós-graduação em Educação, interdisciplinaridade e transversalidade - Unipampa - São Gabriel – RS. V. 14, p. 65-78.
- Correa, Luciana Flôr & Bazzo, Walter Antonio (2017). Contribuições da Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade para a Humanização do Trabalho Docente. **Contexto & Educação**. Ano 32, nº 102, Maio/Ago.
- Delizoicov, Demétrio. Angotti, José André & Pernambuco, Martha Maria (2002). **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 1a. Edição. São Paulo: Editora Cortez. 364 p.
- Domingues, J. L.; Toschi, N. S. & Oliveira, J. F. (2000). A reforma do Ensino Médio: a nova formulação curricular e a realidade da escola pública. **Educação & Sociedade**, 21(70). pp. 63-79.
- Freire, Paulo (2004). **Pedagogia da Autonomia**. 29 ed. São Paulo: Paz e Terra.
- Freire, Paulo (2005). **Pedagogia do oprimido**. 40 Edição. Rio de Janeiro: Paz e Terra. 213 p.
- Gracetto, Augusto César. Hioka, Noboru & Santin Filho, Ourides (2006). Combustão, chamas e teste de chama para cátions: proposta de experimento. **Química Nova na Escola**. Nº 23, MAIO 2006.
- Hofstein, A.; Aikenhead, G. & Riquarts, K. (1988). Discussions over STS at the fourth IOSTE symposium. **International Journal of Science Education**, v. 10, n. 4, p.357-366.
- Layrargues, Phelippe Pomier (Org.) (2004). **Identidades da educação ambiental brasileira**. Brasília: MMA/DEA. 160 p.
- López, J. L. L. & Cerezo, J. A. L. (1996). **Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad**. In: GARCÍA, M. I. G., CERESO, 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.
- Loureiro, Carlos Frederico Bernardo. Layrargues, Phelippe Pomier & Castro, Ronaldo Souza de (2009). **Repensar a educação ambiental: um olhar crítico**. São Paulo: Cortez editora. 206 p.
- Loureiro, Carlos Frederico Bernardo. Layrargues, Phelippe Pomier & Castro, Ronaldo Souza de (2011). **Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania**. São Paulo: Cortez editora. 263 p.
- Pinho, Cristiane Rodrigues de Oliveira (2014). **Educação ambiental no âmbito escolar: práticas e**

- desafios sob o olhar docente.** Bacharel em Geografia (Monografia). Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa: UFPB. 46 p.
- Rocha, Katuscia Soares Viana & Leite, Sidnei Quezada Meireles (2017). Uma prática de educação ambiental para discutir sustentabilidade no manguezal de Nova Almeida do Estado do Espírito Santo. **Ensino, Saúde e Ambiente** – V10 (1), pp. 218-237, Abril.
- Rosenthal, D. B. (1989). Two approaches to science – technology – society (STS) education. **Science Education**, v. 73, n. 5, p.581-589.
- Santos, Wildson Luiz Pereira (2007). Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino**. V.1, número especial.
- Santos, Wildson Luiz Pereira dos & Auler, Décio (2011). **CTS e educação científica: desafios, tendência e resultados de pesquisas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Seniciato, T. & Cavassan, O. (2004). Aulas de campo em ambientes naturais e aprendizagem em ciências – um estudo com alunos do ensino fundamental. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 1, p. 133-147, mar.
- Silva, Monica Ribeiro da & Colantonio, Eloise Médice (2014). **Revista Brasileira de Educação**. v. 19 n. 58 jul.-set.
- Teixeira, Paulo Marcelo M. (2003). A educação científica sob a perspectiva da pedagogia Histórico-Crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciência. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 177-190.
- Tommasiello, Maria Guiomar Carneiro. Rocha, Erilda Marques Pereira da & Bergamashi, Elânia Maria Marques (2015). A educação ambiental como tema transversal no ensino médio na perspectiva de professores. **Comunicações**, Piracicaba. Ano 22, n. 2, p. 35-64, Ed. Especial.
- Tucci, C. E. M. (2000). **Hidrologia: ciência e aplicação**. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ABRH).