

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Faculdade de Educação
Mestrado Profissional em Educação e Docência

João Berkson da Rocha Araujo

**ENFOQUE CTS/CTSA EM COM ARTICULAÇÃO FREIRE: ANÁLISE DO
DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TEMA ENCHENTE
EM UMA ESCOLA DE BELO HORIZONTE**

Belo Horizonte

2025

João Berkson da Rocha Araujo

**ENFOQUE CTS/CTSA EM ARTICULAÇÃO COM FREIRE: ANÁLISE DO
DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TEMA ENCHENTE
EM UMA ESCOLA DE BELO HORIZONTE**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação e Docência.

Linha de Pesquisa: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Alexandre F. Faria

Belo Horizonte

2025

A663e
T

Araujo, João Berkson da Rocha, 1990-
Enfoque CTS--CTSA em com articulação Freire [manuscrito] : análise do desenvolvimento de uma sequência didática com tema enchente em uma escola de Belo Horizonte / João Berkson da Rocha Araujo. -- Belo Horizonte, 2025.
182 p. : enc., il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

[Inclui apêndices com recursos educacionais com os títulos: 1) Enchentes na Avenida Tereza Cristina : causas, efeitos e soluções : caderno do estudante / João Berkson da Rocha Araujo. -- Belo Horizonte : UFMG / FaE, 2025. -- 28 p. : il., color. 2) Enchentes na Avenida Tereza Cristina : causas, efeitos e soluções: caderno do professor / João Berkson da Rocha Araujo. -- Belo Horizonte: UFMG / FaE, 2025. -- 22 p. : il., color.].

Orientador: Alexandre Fagundes Faria.

Bibliografia: f. 111-117.

Apêndices: f. 118-182.

1. Freire, Paulo, 1921-1997 -- Crítica e interpretação -- Teses. 2. Educação -- Teses. 3. Ciência -- Estudo e ensino -- Aspectos sociais -- Teses. 4. Ciência -- Estudo e ensino -- Métodos de ensino -- Teses. 5. Professores de ciências -- Formação -- Teses. 6. Professores de ciências -- Prática de ensino -- Teses. 7. Educação ambiental -- Teses. 8. Belo Horizonte (MG) -- Educação -- Teses.

I. Título. II. Faria, Alexandre Fagundes, 1982-. III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 372.35

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FAE - COLEGIADO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA

ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO DO ALUNO JOÃO BERKSON DA ROCHA ARAÚJO

Realizou-se, no dia 26 de maio de 2025, às 15h, Faculdade de Educação, da Universidade Federal de Minas Gerais, a 597ª defesa de dissertação, intitulada "*EDUCAÇÃO CTS/CTSA EM ARTICULAÇÃO COM FREIRE: ANÁLISE DO DESENVOLVIMENTO DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM TEMA ENCHENTE EM UMA ESCOLA DE BELO HORIZONTE*", apresentado por JOÃO BERKSON DA ROCHA ARAÚJO, número de registro 2023658912, graduado no curso de FÍSICA, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, à seguinte Comissão Examinadora: Prof^o(a) Alexandre Fagundes Faria - Orientador(a) (Universidade Federal de Minas Gerais), Prof^o(a) Geide Rosa Coelho (Universidade Federal do Espírito Santo), Prof^o(a) Eliane Ferreira de Sá (Universidade do Estado de Minas Gerais).

A Comissão considerou a dissertação:

Aprovada.

Reprovada.

Título do Recurso Educacional:

Enchentes na Avenida Tereza Cristina: Causas, Efeitos e Soluções (Caderno do Professor e Caderno do Estudante)

Finalizados os trabalhos, lavrei a presente ata que, lida e aprovada, vai assinada por mim e pelos membros da Comissão.

Belo Horizonte, 26 de maio de 2025.

Prof^o(a) Alexandre Fagundes Faria (Doutor)

Prof^o(a) Geide Rosa Coelho (Doutor)

Prof^o(a) Eliane Ferreira de Sá (Doutora)



Documento assinado eletronicamente por **Eliane Ferreira De Sa, Usuário Externo**, em 30/05/2025, às 09:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Geide Rosa Coelho, Usuário Externo**, em 30/05/2025, às 10:25, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Alexandre Fagundes Faria, Professor Ensino Básico Técnico Tecnológico**, em 30/05/2025, às 10:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4257436** e o código CRC **262316C8**.

Agradecimentos

Minha chegada até aqui é sobretudo uma vitória coletiva de diversas pessoas que ao longo da minha trajetória me incentivaram e me ajudaram de diversas maneiras a alcançar meus objetivos.

Agradeço primeiramente à Dona Dita, minha avó sanguínea, mas minha mãe de coração, que me criou com todas as dificuldades e mesmo sem saber escrever seu nome sempre me orientou no caminho da educação.

Agradeço à Belandia, uma tia que se converteu em outra mãe, que me acolheu em sua casa durante minha graduação e em seu coração como mais um filho.

Agradeço à Cláudia, minha mãe biológica, pela sua força e coragem de mesmo na adolescência ter sido mãe e ter cuidado de mim na minha primeira infância, sem ela não estaria aqui.

Agradeço a todas as minhas tias e a todos meus tios, primos e demais familiares que de muitas maneiras me apoiaram e me incentivaram a seguir com os meus estudos.

Agradeço a cada um dos meus companheiros de militância, a camaradagem de vocês me ensinou que existem outras formas de viver para além do estreito horizonte do capitalismo. Agradeço por cada luta que travamos Juntos! e fico ansioso pelas que virão.

Agradeço à professora Andrea Abreu Astigarraga, que ao inspirar minha companheira também acertou meu coração, sendo a primeira pessoa a dizer que eu era sim capaz de ocupar o mundo acadêmico.

Agradeço a todos os meus professores da graduação, seus cuidados e suas permanentes disposições para acolher os estudantes sertanejos vindos dos rincões do Ceará são inspiração até hoje para mim.

Agradeço a cada um dos estudantes que participaram da pesquisa, bem como a todos aqueles que ao longo desses mais de 10 anos de docência foram parte do meu aprendizado e do meu renovar de esperanças a cada dia na perpétua busca por um futuro melhor.

Agradeço ao professor Alexandre Faria que de modo muito paciente e atencioso me orientou nessa caminhada do PROMESTRE. Sou eternamente grato pelo carinho e por todas as contribuições a este trabalho.

Agradeço também a todos os professores do PROMESTRE que ao construírem esse programa possibilitam que inúmeros professores como eu possam ter uma vivência acadêmica que seria impossível sem ele. Agradeço também pelas suas capacidades de perceberem a singularidade que é ser um professor-pesquisador na educação básica.

Agradeço também aos professores Geide, Célio, João Paulino e Eliane cujas contribuições permitiram que esse trabalho se desenvolvesse e ganhasse robustez frente aos desafios da prática da pesquisa educacional.

Por fim, agradeço à Inês, minha companheira. Agradeço por ter me inspirado a entrar no mestrado. Agradeço por cada revisão, por cada sugestão no texto, por cada referência e por cada discussão que melhorou este trabalho. Agradeço pelo seu amor e carinho nesse trajeto, pela sua paciência nos momentos difíceis e pelo seu amor incondicional. Agradeço pela sua existência e por cada dia que passamos juntos. Obrigado por tudo!

RESUMO

O presente trabalho faz uso do referencial teórico de autores da área do ensino de ciências que defendem uma prática educacional comprometida com ideais vinculados à justiça social, preservação ambiental e ruptura com o sistema de desigualdades sociais promovidos pela lógica capitalista para a qual a ciência e a tecnologia foram instrumentos históricos (Auler, 2021). Desse modo, partindo do tema de enchentes enquanto um problema socioambiental concreto de uma comunidade periférica de Belo Horizonte, construímos e desenvolvemos uma sequência didática que buscou articular pressupostos teóricos-metodológicos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana (Almeida e Strieder, 2021; Auler e Delizoicov, 2015; Auler, 2021; Nascimento e Von Linsingen, 2006). Nosso objetivo central foi compreender quais as potencialidades e as dificuldades que esse tipo de abordagem encontra em seu desenvolvimento em sala de aula. Para tanto utilizamos a pesquisa-ação (Engel, 2000; Tripp, 2005) como abordagem metodológica qualitativa para o desenvolvimento de nossa pesquisa. A produção dos dados foi feita através das gravações em áudio e das anotações do caderno de campo do professor-pesquisador. Também realizamos dois grupos focais com uma amostra dos estudantes das turmas onde a sequência didática foi realizada. Para analisar os dados utilizamos a estratégia da análise de conteúdo categorial proposta por Laurence Bardin (1977), que consiste basicamente das etapas de pré-análise, categorização e inferência dos dados da pesquisa. A partir da análise dos dados percebemos que a sequência didática alcançou seus objetivos ao envolver os estudantes em um tema que era caro para eles enquanto problema social. Eles também mostraram ao longo da sequência buscar articular as soluções possíveis para os problemas das enchentes de sua região com os conhecimentos científicos e tecnológicos existentes, tendo ao final uma orientação de respeito à natureza e aos direitos das pessoas da comunidade. Também percebemos que as aulas motivaram os estudantes a expressarem e desenvolverem suas posições políticas em relação às faltas de políticas públicas efetivas para a solução do problema, refletindo sobre o vínculo dessa ausência com as carências socioeconômicas da região. Em termos de dificuldades, a ausência de uma equipe multidisciplinar na elaboração da sequência didática deixou lacunas na elaboração e desenvolvimento das aulas, sendo necessário reforçar esses aspectos em construções futuras para que a articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana possa ser desenvolvida.

Palavras-chave: Enfoque CTS/CTSA; Pedagogia freireana; Educação CTS/Freire; Ensino de Ciências;

ABSTRACT

This work makes use of the theoretical framework of authors in the field of science teaching who advocate an educational practice committed to ideals linked to social justice, environmental preservation and breaking with the system of social inequalities promoted by the capitalist logic for which science and technology have been historical instruments (Auler, 2021). Thus, based on the theme of floods as a concrete socio-environmental problem in a peripheral community of Belo Horizonte, we built and developed a didactic sequence that sought to articulate theoretical-methodological assumptions of the articulation of the STS/STSE approach with Freire's pedagogy (Almeida and Strieder, 2021; Auler and Delizoicov, 2015; Auler, 2021). Our main objective was to understand the potential and difficulties that this type of approach encounters in its development in the classroom. To this end, we used action research (Engel, 2000; Tripp, 2005) as a qualitative methodological approach for the development of our research. The data was collected through audio recordings and notes in the teacher-researcher's field notebook. We also held two focus groups with a sample of students from the classes where the didactic sequence was carried out. To analyze the data, we used the categorical content analysis strategy proposed by Laurence Bardin (1970), which basically consists of the stages of pre-analysis, categorization and inference of the data from the didactic sequence. Based on the analysis of the data, we realized that the didactic sequence achieved its objectives by involving the students in an issue that was close to their hearts as a social problem. Throughout the sequence, they also tried to articulate possible solutions to the problems of flooding in their region with existing scientific and technological knowledge, with the end result being an orientation of respect for nature and the rights of people in the community. We also noticed that the lessons motivated the students to express and develop their political positions in relation to the lack of effective public policies to solve the problem, reflecting on the link between this lack and the socio-economic shortcomings of the region. In terms of difficulties, the absence of a multidisciplinary team in the preparation of the didactic sequence left gaps in the preparation and development of the lessons, and it is necessary to reinforce these aspects in future constructions so that the articulation of the STS/STSE approach with Freire's pedagogy can be developed.

Keywords: STS/STSE; Freire's pedagogy; Freire and STS education; Science teaching;

Lista de Figuras

Figura 1 - Mapa do entorno da escola onde foi desenvolvida a SD.....	38
Figura 2 - Protestos na Avenida Tereza Cristina após enchente.....	39
Figura 3 - Método de Freire.....	57
Figura 4 - Método de Delizoicov.....	57
Figura 5 - Relação entre método Freire e de Delizoicov.....	58
Figura 6 - Relação dos encontros com os 3 MPs.....	59
Figura 7 - Projeto 1.....	93
Figura 8 - Projeto 2.....	94
Figura 9 - Projeto 3.....	95

Lista de Quadros

Quadro 1: Perguntas dos Grupos Focais.....	42
Quadro 2 - Datas dos Encontros Realizados.....	48
Quadro 3: Subcategoria: Ampliação dos conhecimentos.....	61
Quadro 4: Subcategoria: Aplicação no cotidiano.....	62
Quadro 5: Subcategoria: Democratização do conhecimento/Intervenção social.....	64
Quadro 6: Categoria: Metodologia e desenvolvimento das aulas de ciências.....	66
Quadro 07: Subcategoria: Dúvidas sobre conexões CTS/CTSA.....	69
Quadro 8: Subcategoria: Utilização da ciência para bem-estar social.....	71
Quadro 9: Subcategoria: Aplicações tecnológicas e seus impactos.....	72
Quadro 10: Relação CT com os problemas sociais.....	73
Quadro 11: Relatos dos estudantes sobre as enchentes.....	75
Quadro 12: Explicações iniciais sobre o problema das enchentes.....	76
Quadro 13: Percepção dos estudantes na relação mudanças climáticas x enchentes.	77
Quadro 14: Percepções dos estudantes em relação ao experimento.....	79
Quadro 15: Propostas de soluções dos estudantes.....	82
Quadro 16: Reflexões políticas sobre a questão das enchentes.....	83
Quadro 17: Proposta de intervenção sociopolítica dos estudantes.....	85
Quadro 18: Respostas dos estudantes ao primeiro contato com as soluções para o problema das enchentes.....	86
Quadro 19: Noção da existência de medidas contenção às enchentes.....	89
Quadro 20: Motivação das escolhas políticas sobre a contenção das enchentes.....	90
Quadro 21 Descrição dos projetos dos estudantes.....	93
Quadro 22: Combinação de diversas soluções distintas nos projetos.....	96
Quadro 23: Percepção criativa dos estudantes sobre as soluções para além das utilizações usuais.....	97
Quadro 24: Surgimento de conceitos disciplinares nos projetos dos estudantes.....	98

Quadro 25 - Descrição da Sequência Didática.....	110
--	-----

Lista de Abreviaturas e Siglas

ACM - Associação Cristã de Moços

ASMAC - Associação de Moradores do Aglomerado do Cabana

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CRMG – Currículo Referência de Minas Gerais

CTSA – Ciência - tecnologia - Sociedade - Ambiente

CTS – Ciência - tecnologia - Sociedade

EMTI – Ensino Médio de Tempo Integral

GRAF – Grupo de Reelaboração do Ensino de Física

PLACTS – Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e Sociedade

PPP - Projeto Político-Pedagógico

SENAI - Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

UFU - Universidade Federal de Uberlândia

USP – Universidade de São Paulo

Sumário

Apresentação.....	15
Introdução.....	18
Capítulo 1 - Referencial teórico.....	22
1.1 Qual ensino de Ciências queremos?.....	22
1.2 Educação CTS/CTSA: origens e fundamentos.....	25
1.3 Freire e o Ensino de Ciências.....	29
1.4 Articulação da Educação CTS/CTSA com Freire.....	33
Capítulo 2 - Delineamento metodológico.....	40
2.1 Contexto da pesquisa.....	41
2.2 Cuidados éticos.....	47
2.3 Estratégias de produção dos dados.....	48
2.4 Estratégias de análise de dados.....	52
2.4.1 Análise do Grupo Focal.....	52
2.4.2 Análise do Encontros.....	54
Capítulo 3 - A construção do produto educacional.....	57
Capítulo 4 - Resultados e Discussão.....	67
4.1 Grupo focal.....	67
4.1.1 Visão geral sobre o ensino de ciências e seus objetivos.....	68
4.1.2 Metodologia e desenvolvimento das aulas de ciências.....	72
4.1.3 Educação CTS/CTSA em articulação com a pedagogia freireana.....	76
4.2 Desenvolvimento da sequência didática.....	81
4.2.1 Primeiro Encontro.....	82
4.2.2 Terceiro Encontro.....	87
4.2.3 Quarto Encontro.....	93
4.2.4 Quinto Encontro.....	98
Considerações Finais.....	107
Referências Bibliográficas.....	111

Apêndices.....	118
Apêndice I - Sequência Didática.....	118
Apêndice II - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.....	124
Apêndice III - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.....	128
Apêndice IV - Recurso Educacional: Caderno do Estudante.....	132
Apêndice V - Recurso Educacional: Caderno do Professor.....	160

Apresentação

Os caminhos que me levaram a desenvolver essa pesquisa foram tortuosos e, de muitas formas, o olhar para trás e para o lugar de onde vim pode levar a crer que o desenvolvimento dessa pesquisa seria algo improvável.

Meu encontro inicial com a docência se deu aos 15 anos, quando surgiu a primeira oportunidade de ser professor de reforço de crianças da cidade onde nasci e morei até os 18 anos: Miraíma, no sertão do Ceará. Essa oferta surgiu a partir do bom desempenho acadêmico que sempre tive na escola — algo raro na minha família, em que a maioria dos membros possui o ensino fundamental incompleto e alguns são semianalfabetos.

A visão da educação como fator potencializador para a ascensão social, presente no interior do Ceará, levou a um apoio e incentivo maior da minha família para que eu ingressasse na universidade.

A experiência na adolescência com a docência, as habilidades e o interesse pelos números e pelo funcionamento da natureza, além da necessidade de estudar em um curso noturno pela demanda de combinar os estudos com o trabalho, me levaram a ingressar, em 2009, no curso de Licenciatura em Física da Universidade Estadual Vale do Acaraú, localizada em Sobral/CE.

Durante meu curso, combinei a rotina da graduação com trabalhos paralelos — primeiro como ajudante de produção em uma fábrica de calçados; em seguida, no exercício da docência prematura; e, por fim, tive a experiência de ser bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (Pibid), uma das grandes experiências no meu processo de formação acadêmica e profissional. Sem dúvidas, o Pibid é um projeto fundamental para o desenvolvimento da educação no país, a partir de uma formação inicial docente mais integral.

A primeira experiência de trabalho no chão de fábrica me ajudou a dar sentido à minha própria graduação. A observação e a vivência das profundas desigualdades nas relações de trabalho me fizeram percorrer o caminho da contestação das injustiças sociais e da ação em busca de um processo profundo de transformação social. A partir desse reposicionamento, minha vivência na universidade e no curso de Física foi profundamente modificada.

Vivenciei ao máximo a experiência do movimento estudantil, desde a organização de Centros Acadêmicos até a atuação no Diretório Central dos

Estudantes. A organização de greves e manifestações contra a precarização da universidade, por concursos públicos e melhores condições na educação, virou parte da minha rotina.

Essa atuação militante também foi transposta para o meu exercício profissional. Iniciei minha experiência como professor temporário da rede estadual cearense no ano de 2011. Esse percurso contribuiu para a minha formação enquanto professor. Nas escolas públicas cearenses por onde passei, tive a chance de ter contato com as ideias de Paulo Freire, que me inspiraram em muitos momentos a construir aulas de Física que aproximassem as questões sociais do ensino dessa disciplina (Araujo, 2021)¹.

Após essas primeiras experiências no Ceará, fui aprovado para o cargo de professor do governo do estado de Minas Gerais em 2018. Desde então, sou professor da rede estadual de Minas Gerais, em uma escola de uma região periférica conhecida como Aglomerado Cabana do Pai Tomás². Foi também nessa região que estabeleci residência ao lado de minha esposa.

Aqui, inspirado pelos caminhos percorridos por minha esposa — que obteve o título de Mestra no Programa de Pós-graduação Conhecimento e Inclusão Social em Educação da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) — decidi também dar sequência aos meus estudos. Sua coragem em ingressar e cursar um mestrado no meio da pandemia, vinda de uma universidade periférica no cenário nacional e que resiste ao processo de precarização, me deu forças para seguir um rumo acadêmico.

Minhas inquietações com as desigualdades sociais e a dificuldade de combiná-las com minha prática educacional em Física foram sempre grandes questões para mim. Afinal, mesmo com toda a gratidão que devo à universidade e aos professores que contribuíram em minha formação, minha visão ainda estava estreitada pelo pensamento positivista, conteudista e disciplinar da educação em ciências — e em Física, em particular — que permeou minha graduação.

¹ Neste trabalho, relato uma primeira tentativa de organizar o ensino de Física em diálogo com questões sociais e com algumas ideias de Paulo Freire. Disponível em: <https://rbeducacaobasica.com.br/2021/09/13/a-pedagogia-freiriana-e-o-ensino-de-fisica-um-relato-de-experiencia/>

² O Cabana do Pai Tomás é uma região que abrange diversos bairros na regional Oeste de Belo Horizonte. Caracteriza-se pela ausência de diversos serviços públicos básicos e pelo estigma da insegurança, associado à presença de pontos de tráfico de drogas.

Nesse contexto, minhas tentativas de trazer Paulo Freire e uma educação problematizadora pareciam quase ofensas a um ensino "correto" de Física e seus conteúdos. Com a intenção de compreender melhor essa combinação que, até então, era enigmática para mim, iniciei o desenvolvimento dessa pesquisa. Para tanto, propus a elaboração e o desenvolvimento de uma sequência didática que teve como eixo temático as enchentes na comunidade onde moro e leciono.

O tema "enchentes" como eixo norteador da nossa sequência didática surgiu a partir de diversas discussões nas sessões de orientação. Durante os encontros, estava claro que eu gostaria de produzir uma sequência didática e basear meu trabalho em uma atividade dentro da sala de aula com os estudantes.

Para a escolha do tema, buscamos trazer à tona uma das questões que evidenciam as contradições sociais vividas pelos estudantes. Após passarmos por propostas como reciclagem, falta de água no bairro e racismo ambiental, percebemos que o tema das enchentes se encaixava melhor no que pensávamos, abrindo possibilidades para a utilização dos conhecimentos pertencentes ao campo do ensino de ciências para compreender e intervir sobre tal problema social.

A fim de desenvolver esse tema, buscamos evidenciar a pedagogia freireana em articulação com o enfoque CTS/CTSA, analisando os impactos que a sequência didática desenvolvida a partir de tal referencial teórico-metodológico pode ter no processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, a partir de seus pressupostos.

Com esse trabalho, esperamos ter contribuído, dentro de nossos limites, para o desenvolvimento de um tipo de "educação em ciências libertadora", que tenha em seus horizontes a emancipação humana e a construção de uma sociedade mais justa e igualitária.

Introdução

O período de realização deste trabalho coincide com um momento em que a concentração de renda no Brasil e no mundo atinge níveis nunca antes vistos na história da humanidade. Esta concentração de renda vem acompanhada de uma precarização cada vez maior da vida da população e aumento das desigualdades sociais. Não é demais lembrar que o Brasil retornou ao mapa da fome nos últimos anos.

Ao lado desse quadro de desigualdades sociais extremas vemos uma aceleração na produção científica e tecnológica. Esse desenvolvimento da ciência e da tecnologia (CT) não cumpre sua promessa de estar acompanhada da garantia de bem-estar geral da população. Na verdade, observamos o contrário, com esses conhecimentos cada vez mais privatizados, indo contra a lógica da ciência e do conhecimento como um bem público, devendo estar a serviço do bem-estar da humanidade (Martins, 2022).

Nesse quadro, ainda persiste a percepção da neutralidade das ciências. Para Auler e Delizoicov (2001), essa neutralidade das ciências é baseada em três mitos a respeito da CT que permitem a utilização delas nas decisões políticas: superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico. Essa concepção reforça um afastamento da população dos processos decisórios que envolvem a CT e reduz as possibilidades de utilização destes conhecimentos para a mitigação das desigualdades sociais que vivenciamos.

Dentro desse contexto, é válido nos perguntarmos qual papel o ensino de ciências nas escolas deve ocupar. Se em geral se reflete sobre o ensino de ciências buscando responder a questões sobre como ensinar e quais conteúdos são mais importantes, neste trabalho propomos um olhar em outro sentido.

Diante das enormes questões sociais que vivemos, bem como da necessidade de compreendermos as ciências para além do conhecimento feito para poucos especialistas, este trabalho busca refletir sobre como o ensino de ciências pode contribuir para uma educação contextualizada socialmente e que relacione os conhecimentos produzidos pela CT com as questões sociais e ambientais que vivenciamos.

Acreditamos que direcionar o ensino de ciências para esses caminhos é cada vez mais relevante na medida em que o ensino de ciências focado nos conteúdos

parece mostrar cada vez mais seu esgotamento. Além disso, refletir sobre o ensino de ciências nestes moldes também é uma escolha política sobre qual modelo de sociedade pretende-se construir.

Para a construção deste trabalho iremos articular os pressupostos teórico-metodológicos do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana. Essa articulação vem sendo desenvolvida com a tentativa de colocar em diálogo essas duas perspectivas.

Em nosso caso, a fim de percebermos como esse tipo de ensino de ciências se desenvolve, desenvolvemos na escola em que o professor-pesquisador leciona uma sequência didática (SD). Essa SD foi construída a partir do tema “*Enchentes na Avenida Tereza Cristina: Causas, Efeitos e Soluções*”. Esse tema foi escolhido por ser uma questão socialmente relevante na comunidade onde a escola está situada e também por conter elementos de discussão que remetem à exploração predatória da natureza pela qual passamos.

Em nosso estudo bibliográfico, percebemos que existe uma série de pesquisas que discutem o problema das enchentes urbanas em Belo Horizonte, devido à orientação desenvolvimentista da urbanização da cidade (Rodrigues, 2020; Sousa; Gonçalves, 2018; Oliveira et al, 2023). Porém, a maior parte desses trabalhos não está na área de ensino, mesmo com a gravidade e constantes prejuízos que as enchentes causam na cidade.

Essa ausência de estudos sobre esses temas socioambientais como as enchentes em escolas de comunidades atingidas pode também ser constatada por Costa (2021). Em seu estudo sobre como se dava a discussão em uma escola de ensino infantil a respeito das enchentes na região do Jardim Botânico no Rio de Janeiro, Costa (2021) constatou que, mesmo havendo grande preocupação dos professores sobre o tema, inclusive com trabalhos lúdicos adaptados à idade das crianças, não havia o suporte de material didático capaz de colaborar nessa reflexão e educação ambiental das crianças. Tal observação pode demonstrar a necessidade da aproximação de temas socialmente relevantes como instrumentos educacionais pertinentes a cada contexto escolar.

Um exemplo disso vemos em Sousa e Valadares (2022), que desenvolveram uma sequência didática que tinha como tema a mineração. Para tanto, utilizaram os três momentos pedagógicos a partir do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade (CTS) em seu trabalho. As autoras constataram que houve uma potencialização do

processo de ensino e aprendizagem, desenvolvendo nos estudantes ao longo da sequência didática habilidades relacionadas à tomada de decisões de caráter crítico que levavam em conta os aspectos políticos, sociais, econômicos, tecnológicos e científicos que o tema trazia.

Na realização deste trabalho buscamos nos orientar pela seguinte questão: Quais as potencialidades e desafios do enfoque CTS/CTSA articulado com a pedagogia de Paulo Freire frente às necessidades contemporâneas de um ensino de ciências que desenvolva valores nos estudantes para uma visão crítica da ciência e tecnologia e para a transformação social?

Associado a esta questão, definimos o seguinte objetivo geral:

Elaborar e analisar o desenvolvimento de uma sequência de ensino desenvolvido em uma escola pública de ensino médio de Belo Horizonte cujo tema social relevante será “Enchentes na Avenida Tereza Cristina: causas, efeitos e soluções”.

E os seguintes *objetivos específicos*:

- *Identificar os desafios e as potencialidades da educação CTSA no contexto escolar do desenvolvimento da sequência didática;*
- *Analisar as potencialidades e dificuldades de abordagem temáticas no componente curricular de Práticas Experimentais;*
- *Compreender a visão de estudantes de uma escola de ensino médio de Belo Horizonte sobre suas vivências no ensino de ciências orientado pela abordagem CTSA.*

Para a apresentação dos caminhos percorridos nesta pesquisa escolhemos a seguinte organização do texto. Na primeira parte de nosso texto fazemos uma discussão sobre o referencial teórico sobre o qual baseamos nosso trabalho. Nessa parte buscamos primeiro explicitar, a partir da literatura, qual tipo de ensino de ciências que defendemos neste trabalho. Em seguida, fazemos uma discussão a respeito do que vem a ser o enfoque CTS/CTSA e das categorias essenciais de Paulo Freire que são importantes para nosso trabalho. Essa parte é então finalizada com a exploração dos pressupostos da articulação entre o enfoque CTS/CTSA e a pedagogia freireana.

Já na segunda parte, apresentamos os caminhos metodológicos de nossa pesquisa. Nessa parte, explicitamos nossa escolha pela metodologia da pesquisa-ação para a realização de nosso trabalho. Também exploramos o contexto

no qual a pesquisa foi realizada, os cuidados éticos que foram tomados para a realização da pesquisa e quais foram as estratégias de produção e de análise dos dados de nosso trabalho.

Na terceira parte buscamos explicar o processo de construção de nossa sequência didática. Nessa parte aprofundamos nossas considerações a respeito dos Três Momentos Pedagógicos e quais foram seus elementos utilizados na construção de nossa sequência didática.

Na quarta parte, discutimos os resultados de nossa ida a campo. Realizamos a inferência dos dados que foram produzidos e analisados nos momentos anteriores da pesquisa. Nessa parte buscamos trazer as respostas ao nosso objetivo geral e aos nossos objetivos específicos.

Por fim, na última parte, fizemos algumas considerações finais sobre os resultados de nosso trabalho. Nessa parte do texto buscamos, além de pontuar as conclusões que tiramos de nossa discussão e resultados, mostrar quais outros caminhos nossa pesquisa pode abrir. Ou seja, quais perguntas não conseguimos responder e quais perguntas surgiram do processo de pesquisa.

Capítulo 1 - Referencial teórico

1.1 Qual ensino de Ciências queremos?

As sociedades contemporâneas têm seu modo de vida baseado, em grande medida, na utilização dos avanços tecnológicos e científicos. Os impactos que a ciência e as tecnologias exercem sobre nosso modo de viver e nos relacionarmos — especialmente aqueles vinculados às nossas comunicações interpessoais e com o mundo, como as redes sociais — condicionam e moldam nossa cultura.

Ao mesmo tempo, os modelos de desenvolvimento econômico predatórios da natureza utilizam os avanços científicos e tecnológicos para manter seu grau de crescimento (Von Linsingen, 2007).

Nesse contexto, tanto a ciência quanto os recursos tecnológicos, por vezes, aparecem como ferramentas que justificam tais ações. Elas são tomadas como neutras do ponto de vista político e recebem a autoridade de estarem sempre certas, acima de quaisquer interesses, como se fossem proprietárias da verdade (Auler e Delizoicov, 2001).

Nesse contexto, tanto a ciência, quanto os recursos tecnológicos, por vezes aparecem como ferramentas que justificam tais ações. Elas são tomadas como neutras do ponto de vista político e são concedidas a elas a autoridade de estarem sempre certas, acima de quaisquer interesses, como proprietárias da verdade (Auler e Delizoicov, 2001).

Não à toa, as atividades científicas e tecnológicas são vistas como o trabalho de mentes brilhantes, que buscam desvelar as verdades escondidas em todas as coisas do mundo, distantes de nossas realidades e, portanto, incompreensíveis para pessoas comuns (Von Linsingen, 2007). Tal maneira tecnocrática de se ver as ciências e as tecnologias modernas é funcional ao modelo econômico, social e cultural no qual vivemos.

Von Linsingen (2007) demonstra como a ciência e a tecnologia estão longe de ser atividades desvinculadas das complexas relações sociais em que estão inseridas. Para ele, tanto a ciência quanto a tecnologia não são autônomas; pelo contrário, estão impregnadas pelos vieses políticos e ideológicos do mundo onde são construídas. Ele avança e afirma ainda que, desse ponto de vista, é necessário “definir quem, quais atores e contingências e emergências sociais poderão influir

sobre os rumos tecnológicos e como a educação pode contribuir para isso” (Von Linsingen, 2007, p. 15).

Dentro desse contexto, a maneira como as ciências são tratadas na escola ganha relevante papel, visto que esse tipo de visão de ciência e tecnologia desvinculada das realidades sociais acaba sendo reproduzido também nos espaços formais de educação.

Nas escolas, a formação dos nossos jovens nas disciplinas de Ciências resume-se ao “treinamento” das habilidades técnicas necessárias para conhecer os conceitos científicos e permitir determinadas inovações tecnológicas que reproduzem a lógica anteriormente citada (Conrado, 2017).

Conrado (2017) chama essa visão de educação de perspectiva tradicional, elencando as seguintes características: ênfase na transmissão de conhecimentos científicos culturalmente consolidados; descontextualização socioambiental; conceitualismo; tecnicismo. Como define a autora, essa educação “assume como seu objetivo a transmissão eficiente (pelo professor) e a suposta aprendizagem (pelo estudante) de informações acumuladas ao longo da história” (Conrado, 2017, p. 69), deixando de lado outras possibilidades de educação científica que olhem para as questões sociais nas quais vivemos.

Já Kauano e Marandino (2021), além de atribuírem os problemas da educação científica ao “projeto de desqualificação de nossas instituições educativas e culturais, bem como dos profissionais a elas vinculados” (p. 2), destacam o peso do que chamam de “tradição bancária na educação científica formal brasileira” (p. 2), que, segundo as autoras, também é reproduzida na educação não formal e na divulgação científica.

Barcellos (2020) caracteriza essa educação científica bancária como uma educação “antidialógica e autoritária, que interdita o debate e a possibilidade de leitura crítica do mundo” (p. 1501).

Por fim, Linsingen (2007) defende um ensino de Ciências diferente do atual, que observe as ciências não apenas em seus aspectos de conteúdo e disciplinares, mas de modo mais abrangente. Em suas palavras:

a educação em ciências e tecnologia, assume um papel diferente do tradicional, estando muito mais comprometida com uma formação não para a ciência como coisa em si mesma, neutra e independente, mas como uma atividade social, com origem e fim social e por coerência, também política, econômica e culturalmente comprometida e referenciada.” (p. 17)

Assim como Kauano e Marandino (2022), concordamos com Barcellos (2020) e defendemos a necessidade de um “radicalismo freireano”, entendido como “a busca máxima da coerência entre o que se diz e o que se faz”, a fim de “tensionar a realidade educativa brasileira na tentativa de movê-la de lugar.”

Para tanto, nos filiamos àqueles que defendem modelos de educação crítica no ensino de Ciências. Ao nos referirmos à educação crítica, utilizamos o termo como sinônimo da visão de Freire sobre uma educação humanista e libertadora em suas diferentes fases:

A pedagogia do oprimido, como pedagogia humanista e libertadora, terá dois momentos distintos. O primeiro em que os oprimidos vão desvelando o mundo da opressão e vão comprometendo-se, na práxis, com a sua transformação; o segundo, em que, transformada a realidade opressora, esta pedagogia deixa de ser do oprimido e passa a ser a pedagogia dos homens em processo de permanente libertação. (Freire, 2019, p. 57)

Tais concepções não negam a importância dos conteúdos no ensino de Ciências. Porém, retiram os conteúdos do centro da ação educativa, comprometendo-se com uma educação em Ciências como ferramenta para a democratização e emancipação humana, socialmente comprometida e que permita criticar e propor saídas para as desigualdades e opressões nas quais vivemos.

Reconhecemos que esforços no sentido de construir esse tipo de ensino de Ciências vêm sendo feitos por diversos autores (Auler e Delizoicov, 2001; Strieder, 2012; Teixeira, 2003; Auler, 2015; Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002; Nascimento e Linsingen, 2006). Dentre essas tentativas, chama atenção o desenvolvimento da articulação entre a pedagogia freireana e o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), também denominado como enfoque Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) em outros trabalhos (Conrado, 2017; Kauano e Marandino, 2021).

A fim de compreendermos essa articulação, acreditamos ser importante nos aprofundarmos tanto no referencial teórico freireano quanto naquele que sustenta a construção do enfoque CTS. Após essa apresentação, buscaremos adentrar os caminhos que foram percorridos para o desenvolvimento desse referencial teórico-metodológico e refletir sobre como apresentar seus pressupostos.

1.2 Educação CTS/CTSA: origens e fundamentos

Antes de avançar na discussão a respeito do movimento CTS/CTSA, vale esclarecer as duas denominações que damos ao mesmo movimento. Existe hoje um debate aberto no campo sobre qual a melhor denominação a ser dada ao movimento. Se é correto manter a tríade C-T-S, ou ainda se é necessário, dadas as mudanças conjunturais, acrescentar o A para ressaltar o elemento do ambiente, consolidando a sigla C-T-S-A.

Desse modo, concordamos com Abreu, Fernandes e Martins (2009), que afirmam não haver “consensos estabelecidos com relação à natureza dessas duas abordagens, no sentido de elas serem excludentes ou não entre si” (p. 2). Há uma parte dos pesquisadores que defende a manutenção da sigla original, por considerar que o elemento ambiental já está contemplado no movimento CTS. Por outro lado, há pesquisadores que defendem o acréscimo do elemento ambiental na própria sigla, com o objetivo de visibilizar as questões socioambientais no debate político, diante dos impactos que a ciência e a tecnologia exercem atualmente sobre a natureza.

Na busca por delimitar melhor a diferenciação entre essas duas vertentes, Siqueira et al. (2021) propuseram os seguintes princípios para uma abordagem CTS/CTSA: compreender a realidade de maneira sistêmica; entender a realidade como um processo histórico-social; reconhecer e respeitar a pluralidade, a diversidade e a cultura; visar à solução de demandas sociais; promover aprendizagem, participação e envolvimento; repensar práticas educativas e estimular o fortalecimento de uma consciência crítica sobre a problemática ambiental e social.

Ainda na tentativa de entender a relação entre a educação CTS e a educação CTSA, Luz, Queiroz e Prudêncio (2019) encontraram quatro formas distintas de percepção: como sinônimos, como complementares, com a educação CTSA sendo uma evolução da educação CTS e de forma aproblemática.

Porém, mesmo com essa contribuição para “fundamentar o debate acerca da questão ambiental, no sentido de superar a visão fragmentada da realidade” (Siqueira et al., 2021, p. 26), os autores reforçam que não há oposição entre os movimentos CTS e CTSA, pois ambos “possuem propósitos comuns e objetivos que caminham em uma mesma direção” (p. 27).

Sendo assim, ao longo do texto utilizaremos a denominação CTS/CTSA, com exceção dos momentos em que os recortes históricos ainda não incluíam a questão ambiental nas próprias denominações. Essa escolha justifica-se pelo fato de nosso trabalho não ter como objetivo aprofundar a discussão sobre a diferenciação teórica entre os movimentos CTS e CTSA. Além disso, concordamos com os autores que utilizam os termos como sinônimos ou ainda como complementares (Luz; Queiroz e Prudêncio, 2019), bem como com Siqueira et al. (2021), na argumentação de que ambos os movimentos buscam “construir novas atitudes para alcançar um futuro sustentável” (p. 27).

Posto isso, Auler e Bazzo (2001) localizam o surgimento do movimento CTS em um contexto de questionamento à ideia de que o desenvolvimento científico e tecnológico levaria, de forma automática e linear, ao aumento da qualidade de vida da população como um todo. Porém, ao longo das décadas de 1960 e 1970, desenvolveu-se um incômodo crescente com os efeitos dos avanços científicos e tecnológicos e com sua utilização, especialmente no que diz respeito ao impacto desses avanços sobre o meio ambiente.

Seguindo o mesmo caminho, Fourez (1995) destaca que o movimento CTS é resultado “de uma combinação de opiniões e ações que possuem características comuns e que respondem a mudanças que estão sendo produzidas na sociedade” (p. 28). Tal movimento, em termos sociológicos, é extremamente amplo e reflete inquietações mais gerais da sociedade, segundo a lógica de Fourez.

Combinado a isso, as obras *A Estrutura das Revoluções Científicas*, de Thomas Kuhn; *Silent Spring*; Rachel Carsons, fomentam ainda mais a necessidade de se observar criticamente as relações entre ciência e tecnologia. Segundo essas obras, a noção de que mais ciência e tecnologia levariam, necessariamente, a uma sociedade com maior bem-estar era enganosa e já mostrava sinais de esgotamento. Desse modo, era necessário que as decisões sobre a ciência e tecnologia fossem democratizadas, com a participação da sociedade e não apenas dos especialistas (Auler e Bazzo, 2001).

Essas reflexões tiveram início nos países centrais da Europa e nos países desenvolvidos da América do Norte. Tais nações, à época, mantinham relações com a ciência e a tecnologia bastante distintas daquelas vivenciadas pelos países latino-americanos, como o Brasil. Por essa razão, alguns pesquisadores defendem a construção de um Pensamento Latino-Americano em Ciência, Tecnologia e

Sociedade (PLACTS), com o objetivo de adaptar as reflexões desse movimento aos contextos locais do continente (Strieder, 2012).

Segundo Thomas, Dagnino e Davyt (1996), o PLACTS foi uma resposta regional ao modelo linear de inovação que surgia na década de 1960 na América Latina. Os defensores do PLACTS criticaram a ideia de que “o desenvolvimento científico e tecnológico era condição necessária e suficiente para gerar o desenvolvimento econômico e social dos países periféricos” (p. 19). Auler e Bazzo (2001) retomam essas preocupações com um foco especial no Brasil.

Essa diferenciação entre a perspectiva do movimento CTS nos países europeus e norte-americanos, em relação à América Latina, ganha grande relevância. Isso porque a abordagem CTS abrange uma grande heterogeneidade de perspectivas (Mortimer e Santos, 2002), sendo necessário que ela dialogue com os contextos em que será desenvolvida.

Vale ressaltar que, embora o PLACTS tenha sido importante ao demarcar uma reflexão situada nas especificidades latino-americanas sobre os impactos da Ciência e Tecnologia no continente, ele, por si só, não chegou a desenvolver categorias analíticas completas (Thomas; Dagnino; Davyt, 1996). Não à toa, Thomas, Dagnino e Davyt (1996) destacam que, ao longo das décadas de 1980 e 1990, surgiram no continente uma série de enfoques relacionados à problemática da Ciência e Tecnologia, que compartilham parte das preocupações do PLACTS, mas apresentam características distintas.

É importante compreender essa movimentação em torno do PLACTS, justamente por sua influência na forma como o movimento CTS/CTSA foi concebido no Brasil.

Abreu, Fernandes e Martins (2013) realizaram um levantamento sobre a produção CTS/CTSA no Brasil no período de 1980 a 2008. Entre suas conclusões, destacaram certas características do que denominaram “pensamento brasileiro em CTS”. Uma das características apontadas é a consonância desse pensamento com o PLACTS. Ou seja, os autores identificaram que a realidade dos países latino-americanos, diferentemente da dos países europeus e norte-americanos desenvolvidos, é fortemente marcada por um histórico de exploração e colonização. Assim, as relações com a ciência e a tecnologia nesses contextos ocorreram de maneira distinta, com parte significativa da comunidade de pesquisadores reivindicando maiores investimentos em pesquisa, ao mesmo tempo em que se

estabelecia um debate com setores tecnocráticos que defendiam a importância da tecnologia.

Nesse contexto, o pensamento brasileiro em CTS apresenta contornos críticos, embora nem sempre assuma um compromisso explícito com a transformação social em sua dimensão política, restringindo-se, por vezes, “à luta pelas condições de se pesquisar” (Abreu; Fernandes; Martins, 2013, p. 23). Ao mesmo tempo, destaca-se sua aproximação com a pedagogia de Paulo Freire, além da busca por um diálogo mais estreito com a realidade brasileira, visando transpor de forma crítica as reflexões oriundas de outros contextos sociais para o cenário educacional do país.

Dessa forma, torna-se necessário destacar e compreender essa visão crítica da abordagem CTS. Para isso, é importante considerar a polissemia presente no campo da educação CTS (Luz, Queiroz e Prudêncio, 2019; Auler e Bazzo, 2001; Strieder e Kawamura, 2011), a qual permite que diferentes concepções coexistam. Em razão dessa diversidade de interpretações, a educação CTS/CTSA pode assumir objetivos variados. Nesse sentido, Pedretti e Nazir (2011) identificaram seis correntes principais da educação CTSA desenvolvidas ao longo dos últimos 40 anos: (1) aplicação e desenho; (2) abordagem histórica; (3) raciocínio lógico e argumentação; (4) valores e desenvolvimento moral; (5) perspectiva sociocultural e multiculturalismo; e (6) justiça socioambiental e ativismo — evidenciando, assim, a amplitude e complexidade do campo.

A primeira corrente foca na resolução de problemas por meio do desenvolvimento de novas tecnologias ou na modificação das tecnologias existentes, enfatizando atividades de investigação e o desenvolvimento de habilidades nos estudantes. A segunda corrente, por sua vez, está voltada para a análise dos aspectos históricos e socioculturais da produção científica. A terceira corrente prioriza a compreensão de problemas para colaborar na tomada de decisões em questões sociocientíficas, baseando-se em evidências empíricas. A quarta corrente também se concentra na formação para a tomada de decisões, mas com ênfase na construção de valores e considerações éticas. A quinta corrente busca entender a ciência e a tecnologia em suas relações socioculturais mais amplas, destacando as interconexões com os âmbitos políticos, econômicos e sociais. Por fim, a sexta corrente se dedica à crítica e à busca de soluções para problemas socioambientais, promovendo a intervenção social dos indivíduos.

Embora essas correntes não sejam excludentes entre si, essa classificação nos ajuda a identificar as intenções principais de cada tipo de abordagem CTS/CTSA que tem sido desenvolvida. Com base no referencial e no tipo de ensino de ciências proposto neste trabalho, percebemos que ele dialoga principalmente com as correntes de "valores e desenvolvimento moral" e "sociocultural e multiculturalismo". Contudo, acreditamos que ele se encaixa de maneira mais precisa na corrente de "justiça socioambiental e ativismo", dentro da classificação proposta.

Por fim, concordamos com Conrado (2017) ao afirmar que a característica que une as diversas possibilidades de educação CTSA é a busca por um ensino mais humanitário, que se baseia em maior contextualização, interdisciplinaridade e criticidade. No entanto, a autora adverte que, apesar desses objetivos, "uma Educação CTSA pode ser implementada muito mais para manter o status quo social e político do que para promover mudanças efetivas rumo a maior equidade, justiça e sustentabilidade" (p. 75). Nosso trabalho, por sua vez, busca se afastar dessas tendências.

1.3 Freire e o Ensino de Ciências

Freire, em *Pedagogia do Oprimido*, discorre sobre a "educação bancária" na qual o educador tem "a tarefa indeclinável de 'encher' os educandos dos conteúdos de sua narração" com "conteúdos que são retalhos da realidade desconectados da totalidade em que se engendram" (Freire, 2019, p. 78). Ele denuncia que esse tipo de educação serve à dominação, colocando em oposição à ela a educação libertadora ou problematizadora.

Tais características da educação bancária estão fortemente presentes no ensino de ciências em geral, onde muitas vezes o "aprendizado" se resume à memorização de fórmulas ou conceitos. No entanto, o ensino de Ciências deve ultrapassar essa abordagem mecânica, e os princípios da educação libertadora proposta por Paulo Freire oferecem caminhos para uma prática pedagógica mais crítica e significativa. Nessa perspectiva, os educandos devem ser conduzidos a compreender, de forma reflexiva, a realidade científica e tecnológica, analisando

seus impactos em suas vidas e na sociedade, também tomando consciência das possibilidades de transformação a partir de suas ações.

É por meio de uma educação que dialoga com a realidade dos sujeitos que Freire, em *Pedagogia da Autonomia*, enfatiza a importância de a escola e os professores valorizarem as experiências que os educandos trazem consigo — especialmente aqueles oriundos das classes populares. Freire questiona: “Por que não aproveitar a experiência que têm os alunos de viver em áreas das cidades descuidadas pelo poder público para discutir, por exemplo, a poluição dos riachos e dos córregos, e os baixos níveis de bem-estar das populações [...]” (p.32).

Nesse contexto, torna-se essencial repensar o ensino de Ciências a partir de uma perspectiva que considere os saberes dos alunos e promova a articulação entre conteúdo científico e a realidade concreta do educando. Nesse sentido, Teixeira (2003) critica como esses conteúdos são abordados em sala de aula, ao afirmar:

[...] é notável que o perfil de trabalho de sala de aula nessas disciplinas está rigorosamente marcado pelo conteudismo, excessiva exigência de memorização de algoritmos e terminologias, descontextualização e ausência de articulação com as demais disciplinas do currículo. (Teixeira, 2003, p 178)

Diante disso, ressaltamos a importância de uma educação problematizadora, contextualizada e interdisciplinar, capaz de estabelecer um diálogo significativo entre diferentes áreas do saber. Nos estudos realizados, observa-se a presença e a trajetória do pensamento freireano no ensino de Ciências, considerando seu contexto histórico no Brasil. De acordo com Kauano e Marandino (2021), os estudos de Paulo Freire no âmbito da educação científica ganham impulso a partir da década de 1980, período em que o Brasil passava pelo processo de redemocratização — momento que possibilitou o avanço nas leituras e estudos de autores que haviam sido previamente censurados pela ditadura, como destacam os autores.

Esse marco histórico torna-se essencial para compreender a aproximação entre a pedagogia de Freire e o ensino de Ciências, impulsionando a produção de estudos e pesquisas, como os mestrados e doutorados desenvolvidos no Instituto de Física da USP e na Faculdade de Educação da mesma universidade. Destacam-se, nesse contexto, os trabalhos de Demétrio Delizoicov Neto (1982, 1991) e Marta M. C. A. Pernambuco (1981, 1994), conforme apontam Menezes

(1996); Kauano e Marandino (2021). Em suas análises, esses autores ressaltam a colaboração entre os referidos professores-pesquisadores e Paulo Freire, destacando que tais parcerias

[...] ocorreram tanto no período em que Freire esteve exilado e atuou como consultor em reformas educacionais nas colônias portuguesas da África, especialmente na Guiné-Bissau, quanto durante sua gestão à frente da Secretaria Municipal de Educação de São Paulo (1989–1991), na administração de Luiza Erundina (1989–1993). (Kauano; Marandino, 2021, p 06.)

A partir dessa relação entre os estudos e os pesquisadores que emerge nesse contexto, conforme relata Menezes (1984), o Grupo de Reelaboração do Ensino de Física (GREF), constituído por meio de uma parceria entre professores da rede estadual de ensino de São Paulo e docentes do Instituto de Física da USP. O objetivo do grupo era desenvolver uma proposta de ensino de Física voltada ao Ensino Médio, ancorada na experiência cotidiana dos estudantes, buscando apresentar a Física como um instrumento de compreensão e intervenção na realidade. Menezes ainda destaca que o GREF:

Surgiu de uma iniciativa conjunta de professores da escola pública e de docentes universitários: Yassuko Hosoume, que tem coordenado o GREF, João Zanetic e eu éramos os docentes. Entre os professores secundaristas do grupo inicial, vários fizeram dissertações de mestrado com fundamentações ou referências freireanas, como Maria Lúcia Ambrósio (IFUSP, 1990), Maria Sumiê Watanabe Sátiro (IFUSP, 1989) e Rubens Barbosa de Camargo (UNICAMP, 1989). Este grupo não formalizou Freire como referência central, mas foi quem, pela primeira vez, no ensino de uma ciência específica, de fato adotou uma prática dialógica [...] (Menezes, 1996, p. 640)

Ao apresentar a trajetória de aproximação entre educadores da área da Física e o legado pedagógico de Paulo Freire, o autor reforça a importância da educação como uma prática coletiva, contextualizada e transformadora. Nesse sentido, a proposta de uma educação libertadora ou problematizadora, conforme defendida por Freire, apresenta-se como uma alternativa potente para repensar o ensino de Ciências. Para Freire (2019):

[...] a educação libertadora, problematizadora, já não pode ser o ato de depositar, ou de narrar, ou de transferir, ou de transmitir “conhecimentos” e valores aos educandos, meros pacientes, à maneira da educação “bancária”, mas um ato cognoscente. Como situação gnosiológica, em que o objeto cognoscível, em lugar de ser o término do ato cognoscente de um sujeito, é o mediatizador de sujeitos cognoscentes, educador, de um lado, educandos, de outro, a educação problematizadora coloca, desde logo, a exigência da superação da contradição educador-educandos. Sem esta, não é possível a relação dialógica, indispensável à cognoscibilidade dos

sujeitos cognoscentes, em torno do mesmo objeto cognoscível. (Freire, 2019, p 94)

Freire (2019) ainda destaca que a educação bancária tende a ocultar os fundamentos que explicam a forma como o ser humano se constitui no mundo, recorrendo, para isso, à mistificação da realidade. Em oposição a essa perspectiva, a educação problematizadora, orientada por um compromisso com a libertação, busca desmistificar a realidade, favorecendo uma compreensão crítica do contexto vivido. Nesse sentido, “a primeira nega o diálogo, enquanto a segunda tem nele o selo do ato cognoscente, desvelador da realidade” (Freire, 2019, p. 101). Como contraponto à lógica da educação bancária, Freire propõe o método dialógico. Nesse contexto, conforme afirmam Leite e Feitosa (2011), esse modelo de ensino:

(...) se dá pelo diálogo e pela problematização coletiva dos saberes, a partir da vivência dos educandos. Nesse ponto de vista o conteúdo programático da educação não é uma doação ou uma imposição, – como era na educação bancária, a qual perfazia um conjunto de idéias a serem depositadas nos educandos – e sim, a restituição sistematizada aos oprimidos daqueles saberes que esses entregaram, de feição desestruturado, ao educador. (Leite; Feitosa, 2011, p. 4 e 5)

Nessa mesma direção, Kauano e Marandino (2021) apresentam uma reflexão pertinente acerca da forma como a educação pode se desenvolver a partir do ciclo problematizador proposto por Paulo Freire. Segundo os autores, esse ciclo é constituído pelas situações-limite, pelos atos-limite e pela construção do inédito viável — elementos fundamentais para a promoção de uma prática educativa crítica e emancipadora. Tal abordagem também permite estabelecer conexões significativas com o ensino de Ciências. Nessa perspectiva, os autores destacam que:

[...] tanto questões referentes à C&T quanto às questões experienciais constituintes do “saber de experiência feito”, configuram-se enquanto dimensões concretas e históricas de uma determinada realidade, portanto desafiadoras (embebidas de situações-limite) que carecem do processo educativo dialógico (ato-limite) para se reformularem enquanto o inédito-viável. Este se caracteriza, no plano cognitivo, pela potencialização da leitura de mundo através da sistematização de consciência crítica [...] (Kauano; Marandino, 2021, p. 17).

Desse modo, as ideias de Paulo Freire podem se articular de forma profunda com o ensino de Ciências que propomos, especialmente quando se busca uma abordagem crítica, dialógica e transformadora da educação. Essa articulação se evidencia em alguns princípios fundamentais, tais como: o saber como construção

coletiva, a contextualização e o vínculo com a realidade, a educação dialógica como ponto de partida e a superação da educação bancária.

1.4 Articulação da Educação CTS/CTSA com Freire

Podemos perceber que diversas ideias e discussões de Freire estão alinhadas com os princípios gerais da educação CTS/CTSA, especialmente nas correntes que defendemos. Embora as concepções freireanas e do movimento CTS/CTSA estejam separadas por uma distância temporal, geográfica, cultural e histórica, podemos perceber seus pontos de encontro, como na preocupação expressa por Freire em *Pedagogia da Autonomia*:

O progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem, para mim, sua significação. A todo avanço tecnológico haveria de corresponder o empenho real de resposta imediata a qualquer desafio que pusesse em risco a alegria de viver dos homens e das mulheres. A um avanço tecnológico que ameaça a milhares de mulheres e de homens de perder seu trabalho deveria corresponder outro avanço tecnológico que estivesse a serviço do atendimento das vítimas do progresso anterior. Como se vê, esta é uma questão ética e política e não tecnológica.” (Freire, 2020. p. 127)

Partindo desse encontro inicial, vemos a necessidade da incorporação de Freire à reflexão da educação CTS/CTSA não apenas pelo seu método geral, mas também porque a base do pensamento de Freire é a desconstrução de uma educação apolítica.

Essa articulação entre os pressupostos da educação CTS/CTSA e o pensamento de Freire é um esforço teórico e prático que já vem sendo realizado no Brasil há pelo menos 20 anos (Almeida e Strieder, 2021).

No entanto, os estudos que buscam sistematizar o arcabouço teórico dessas pesquisas são mais recentes, traçando assim um retrato que busca ser mais preciso sobre em que momento estamos dessa articulação (Almeida e Strieder, 2021; Auler e Delizoicov, 2015; Auler, 2021).

Neste tópico, apresentamos as principais sínteses consideradas por nós na construção deste trabalho. Desse modo, além de apresentarmos anteriormente, de modo separado, os elementos que julgamos relevantes tanto da educação CTS/CTSA quanto da pedagogia freireana, aqui buscamos apresentar os principais elementos dessa articulação e suas potencialidades do ponto de vista

teórico-metodológico. Para tanto, nos apoiamos nos trabalhos de autores como Auler e Delizoicov (2015), Almeida e Strieder (2021) e Nascimento e Von Linsingen (2006). Abaixo apresentamos as visões desses autores, fazendo em seguida um diálogo entre esses referenciais buscando trazer à tona as sínteses entre eles.

Nascimento e Von Linsingen (2006) iniciam esse movimento em seu trabalho buscando possibilidades de articulação entre o pensamento freireano e as concepções pedagógicas do movimento CTS/CTSA. Os autores destacam três possibilidades de aproximação, ressaltando, ainda, que outras podem surgir:

- i. a abordagem temática e a seleção de conteúdos e materiais didáticos;
- ii. a perspectiva interdisciplinar do trabalho pedagógico e o papel da formação de professores;
- iii. o papel do educador no processo de ensino e aprendizagem e na formação para o exercício da cidadania.

Almeida e Strieder (2021) em estudo mais recente já consideram que a articulação da educação CTS/CTSA com a pedagogia freireana já é um “referencial teórico-metodológico com pressupostos próprios” (p. 4). Partindo disso, as autoras buscaram apontar pressupostos a partir da análise dos trabalhos que vinculam essas perspectivas educacionais. Segundo as autoras foi possível identificar os seguintes pressupostos dessa articulação:

- i. a problematização da atividade científico-tecnológica, especificamente das dimensões axiológicas, ideológicas e das relações sociais;
- ii. a busca por uma maior participação social para desenvolver mecanismos ampliados de participação em Ciência e Tecnologia e um currículo participativo
- iii. o ensino de Ciências via temas relacionados com problemas sociais, de modo a repensar o papel assumido pelo conhecimento científico escolar em uma perspectiva interdisciplinar.

Já Auler e Delizoicov (2015) e Auler (2021) por sua vez acentuam três dimensões de seus estudos na articulação entre esses dois referenciais.

- i. Currículo temático orientado por problemas;
- ii. Interdisciplinaridade como meio de observar os problemas reais na suas complexidades, inclusive indo além das disciplinas das ciências naturais;
- iii. Desenvolvimento de uma cultura de participação potencializada através dos

processos educativos.

Percebemos, a partir de um olhar inicial, que esses autores apresentam apontamentos similares para a articulação da educação CTS/CTSA. No entanto, ao adotarmos um olhar mais detalhado, podemos observar quais são as características mais pertinentes dessa articulação, que utilizamos na elaboração e desenvolvimento de nosso trabalho.

Em relação à organização curricular, todos esses autores ressaltam os temas como eixos orientadores do ato educativo. Nascimento e Von Linsingen (2006) observam que tanto Freire quanto a educação CTS/CTSA privilegiam uma organização curricular baseada em temas que provocam a contextualização dos conteúdos no cotidiano dos estudantes, de maneira a gerar maior envolvimento com as aulas. Nesse ponto, vale ressaltar que essa contextualização, tanto na perspectiva de Freire quanto na da educação CTS/CTSA, não se trata apenas de uma aplicação mecânica dos conteúdos, mas de um conhecimento que permite um exercício crítico sobre as realidades dos estudantes.

No trabalho de Almeida e Strieder (2021), também se observa a centralidade dos temas como eixos orientadores para a prática de uma educação que tem como base essa articulação. Em suas análises, essas autoras perceberam, ainda, que existem diferenças na maneira como cada perspectiva pedagógica concebe essa organização temática. Segundo as autoras:

Seguindo as ideias de Paulo Freire, na maioria das práticas educativas analisadas, são consideradas contradições sociais vivenciadas pelos estudantes, ainda que muitas não enfatizem aspectos relacionados à ação, no âmbito da vida em sociedade. Ou seja, as respostas exigidas encontram-se no nível intelectual e não da ação, aproximando-se mais do que é encontrado em propostas CTS. (p. 17)

Essa visão das autoras está de acordo com o trabalho de Auler, Dalmolin e Fenalti (2009), que, na busca por refletir sobre as naturezas desses temas em ambas as perspectivas, a partir da análise de publicações sobre CTS e a pedagogia freireana, dividiram seus pontos de encontro e desencontros em cinco categorias: a) Abrangência dos temas; b) Surgimento dos temas; c) Disciplinas envolvidas na estruturação do tema; d) Relação tema/conteúdo; e) Conteúdo tradicional designado de tema.

Em relação à abrangência dos temas, os autores perceberam que, no

enfoque CTS, os temas, em geral, são de contexto mais ‘universais’, enquanto os temas geradores de Freire abarcam as realidades mais locais e comunitárias, mesmo sendo parte de problemas mais globais. Sobre a categoria de surgimento dos temas, os autores notaram que, enquanto os temas em Freire surgiam da investigação temática, onde a comunidade escolar era parte ativa da formulação, os temas no enfoque CTS surgiam sempre a partir da orientação do professor.

Os autores também notaram que, nos temas da abordagem freireana, no que concerne às disciplinas envolvidas, havia um alto grau de interdisciplinaridade. Já no enfoque CTS, muitas vezes havia apenas uma disciplina envolvida, e, quando ocorriam mais de uma disciplina na discussão do tema, elas se restringiam à área das ciências da natureza. Sobre a relação tema/conteúdo, os autores destacaram que, na perspectiva freireana, o centro do processo educativo era o tema, sendo que os conteúdos eram selecionados a fim de garantir o entendimento a respeito do tema. Já no enfoque CTS, os autores notaram que existiam diferenças entre os trabalhos analisados, com alguns tendo o tema como centro do processo educativo e outros tratando-o como auxiliar no processo de compreensão do conteúdo. Por fim, em relação aos conteúdos tradicionais designados como temas, os autores destacaram que tais ‘temas’ são vinculados aos especialistas, apresentando dificuldade em se relacionar com a curiosidade ou ainda com as vivências dos alunos.

Já em relação à produção dos materiais didáticos, Nascimento e Von Linsingen (2006) destacam que o material didático pode ter origem diversa, sendo focado na situação temática escolhida e também abrindo possibilidades para elaboração original segundo a necessidade. A produção de material original é o nosso caso, justamente por não haverem construções prévias sobre o tema, em especial quando aplicado à região em que desenvolvemos a sequência didática.

Outro elemento que surge nessa articulação é o trabalho interdisciplinar. Em complementação ao que Auler, Dalmolin e Fenalti (2009) trazem, Almeida e Strieder (2021) e Nascimento e Von Linsingen (2006) refletem sobre as dificuldades para a construção de um trabalho interdisciplinar.

Nascimento e Von Linsingen (2006) destacam “a urgência de formarmos professores através de cursos (de formação inicial e continuada) que integrem os diversos conhecimentos” como uma necessidade para a realização do trabalho interdisciplinar e a superação de uma visão fragmentada do conhecimento. Os

autores ainda destacam que o material didático pode ter origem diversa, sendo focado na situação temática escolhida e também abrindo possibilidades para elaboração original, segundo a necessidade.

Almeida e Strieder (2021) também trouxeram, como resultado de suas análises, dificuldades vinculadas à própria organização do trabalho dos professores nas escolas, em que a individualização e compartimentação do trabalho, somadas à sua precarização, impediam a construção de práticas mais interdisciplinares.

Além desses pressupostos apontados acima, a categoria da participação social surgiu em todos os referenciais escolhidos. Em Auler e Delizoicov (2015), os autores se contrapõem ao que chamam de “pseudoparticipação”, caracterizada pelo chamamento à participação apenas após as decisões já terem sido tomadas:

Esta “pseudoparticipação”, ou a impressão de estar participando, ocorre sempre após a definição do essencial: após a definição do currículo nas escolas, após a definição da agenda de pesquisa (das políticas públicas, por exemplo, para a ciência-tecnologia), após o consumo/uso de produtos (cabe à sociedade reciclar), sem uma participação na discussão do que é produzido para consumir. Ocorre sem uma problematização da agenda de pesquisa capturada pela teoria da inovação, a serviço da lógica consumista, da obsolescência programada, geradora de insustentabilidade socioambiental. (Auler; Delizoicov, 2015, p. 290)

Almeida e Strieder (2021), ao analisarem a questão da participação social, reforçam a tese de Auler e Delizoicov (2015), acrescentando ainda que esse maior processo de democratização “deve abarcar uma ressignificação pautada em bases humanizantes, a partir das trocas dialógicas entre os diferentes sujeitos”. As autoras defendem, ainda, que essa lógica de impedir uma participação mais ativa da sociedade nessas decisões “favorece a manutenção da hegemonia social” (p. 13) e “o desenvolvimento de uma postura fatalista e paralisante diante dos rumos impostos pelo desenvolvimento da CT.” (p. 13).

Strieder et al. (2016) defendem, entre outros elementos, a forte característica de participação social que essa visão traz consigo. Segundo a autora, ancorada também na perspectiva freireana, essa perspectiva de educação CTS busca “(...) a formação de cidadãos que compreendam a atividade científico-tecnológica e suas relações com a sociedade, que saibam se posicionar diante dela, assumam responsabilidades e, além disso, sejam capazes de intervir socialmente.” (p. 89).

Além da defesa por uma maior participação nos processos de definição de políticas públicas em relação à Ciência e Tecnologia nas esferas públicas (Auler e

Delizoicov, 2015; Almeida e Strieder, 2021), a articulação entre a educação CTS/CTSA e a pedagogia freireana também propõe uma participação mais ativa de estudantes, professores e comunidades escolares na definição do próprio currículo. Esse aspecto é relevante, pois reforça que a construção dessa articulação não deve ter o professor como único responsável por decidir o que ensinar. Pelo contrário, estudantes e outros atores envolvidos no processo educativo devem ser convidados a contribuir, ainda que de forma pontual (Almeida e Strieder, 2021).

Já Nascimento e Von Linsingen (2006) não utilizam a categoria de participação social em seu trabalho. Porém eles trazem para discussão o que eles chamam de formação para a cidadania como um dos objetivos dessa articulação. Em suas visões essa cidadania é tida como “progressista ou socialista democrática”, que segundo os autores também é defendida por Freire. Eles complementam ainda sustentando que o ensino de ciências pode ajudar a formar “cidadãos que tenham assegurado o exercício pleno de seus direitos e deveres em sociedade” (Nascimento e Von Linsingen, 2006, p. 113).

A essa visão de cidadania e de participação social anteriormente apontadas, consideramos pertinente trazer para a discussão a reflexão de Tonet (2005) sobre o exercício da cidadania a partir de um olhar histórico. O autor explica como a perspectiva de Marx demonstra que, dentro de uma sociedade capitalista, a cidadania é dividida em classes sociais e constitui parte do exercício político que foi adquirido como direito a partir do regime jurídico-político da maior parte das sociedades contemporâneas. Nesse regime, como é o caso do brasileiro, os seres humanos são considerados sujeitos livres e iguais perante a lei apenas no sentido formal, sendo, porém, impossível alcançar essa condição no sentido social, em virtude das desigualdades estruturais inerentes a esse sistema (Tonet, 2005). Ou seja, ser cidadão nesse regime “não é ser efetivamente, mas apenas formalmente, livre, igual e proprietário” na participação da vida pública em seu sentido político.

Desse modo, embora Tonet (2005) reconheça como um avanço significativo a formalização da participação na vida pública, ele argumenta que é necessário alcançar uma emancipação humana, a qual pressupõe outras “formas de sociabilidade”, baseadas na erradicação do “capital e de todas as suas categorias”. De nossa parte, acreditamos que, dentro do regime em que vivemos, os tensionamentos que possibilitem maior participação social e poder de decisão por parte do povo — aqui compreendido como as classes historicamente excluídas —

são fundamentais. Por isso, este trabalho, ao propor um ensino de Ciências com enfoque CTS articulado ao pensamento de Freire, ao falar de maior participação cidadã, defende que os espaços de participação e decisão pública dessa parcela da sociedade podem ser fortalecidos pelos conhecimentos científicos e tecnológicos desenvolvidos nos espaços escolares, colocados a serviço de uma maior democratização.

Assim, ao falarmos de participação cidadã e do exercício da cidadania, referimo-nos à ampliação democrática no contexto em que vivemos, tendo como horizonte a abertura de possibilidades (ainda que distantes) para uma real emancipação humana.

Por fim, Almeida e Strieder (2021) destacam que o elemento de problematização da ciência e da tecnologia vincula-se à percepção de Freire (2019) de libertação e desmistificação de como o mundo é apresentado aos oprimidos. Desse modo, a partir do questionamento sobre as relações sociais, seria possível estimular “a reflexão e ação verdadeira dos homens sobre a realidade” (p. 41). Sendo assim, Almeida e Strieder (2021) explicam que “(...) a problematização à luz da articulação Freire-CTS volta-se à atividade científico-tecnológica, à busca por desvelar contradições sociais que obstaculizam o processo de humanização dos oprimidos, bem como redirecionar e/ou produzir CT em prol do bem-estar social” (p. 08).

Desse modo, nosso trabalho busca construir uma intervenção baseada na sequência didática “Enchentes na Avenida Tereza Cristina: causas, efeitos e soluções” e na articulação sintetizada por esses autores entre a educação CTS/CTSA e a pedagogia freireana.

Embora tenhamos nos baseado nesses pressupostos na construção da sequência didática e no desenvolvimento das aulas, vale ressaltar que eles são muitas vezes trabalhados de modo concomitante, entrelaçando-se dentro da própria prática educativa.

Por fim, em nossa análise de dados, buscaremos observar como esses pressupostos aparecem em termos de potencialidades e também em termos de desafios para o ensino de ciências a partir da prática educativa realizada.

Capítulo 2 - Delineamento metodológico

Este capítulo descreve os caminhos metodológicos que utilizamos em nossa pesquisa. Além disso, buscamos discutir e justificar as escolhas feitas, desde a coleta de dados até nossa abordagem de análise desses mesmos dados.

Para a realização dos objetivos propostos, utilizamos como referência a pesquisa qualitativa. Em termos gerais, seguimos a concepção de Bento (2012), segundo a qual a “investigação qualitativa foca um modelo fenomenológico no qual a realidade é enraizada nas percepções dos sujeitos; o objetivo é compreender e encontrar significados através de narrativas verbais e de observações, em vez de através de números” (p. 1).

Dentro desse arcabouço geral, porém, nos deparamos com inúmeras abordagens diferentes de utilização de metodologias qualitativas. Entre elas, optamos pela pesquisa-ação para o desenvolvimento deste trabalho. Tal escolha justifica-se por ser um tipo de metodologia em que o pesquisador também é uma pessoa da prática (ENGEL, 2000), como no caso do Promestre e demais mestrados profissionais. Além disso, essa metodologia busca superar a contradição entre o trabalho teórico e o trabalho prático.

Embora Chisté (2016) destaque que “no campo da educação, a prática é o ponto de partida e o ponto de chegada da atividade educativa”, ela adverte que esse movimento não pode ocorrer sem uma base teórica sólida que permita a análise crítica das situações. Assim, o diálogo constante entre teoria e prática configura-se como um elemento fundamental tanto para a pesquisa em educação quanto para o desenvolvimento deste trabalho.

Definida como uma modalidade de pesquisa social, Thiollent (1986, p. 14) afirma:

[...] a pesquisa-ação é um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação com uma ação ou com a resolução de um problema coletivo e no qual os pesquisadores e os participantes representativos da situação ou do problema estão envolvidos de modo cooperativo ou participativo.

Complementando essa perspectiva, Barbier (2004, p. 70) ressalta que a participação e a coletividade são elementos essenciais na Pesquisa-Ação, ao

afirmar que “não há pesquisa-ação sem participação coletiva”. Nesse mesmo campo, Tripp (2005, p. 447) propõe uma definição mais restrita, ao considerar que “pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática”.

Thiollent (1986, p. 14) ainda destaca:

Em geral, a ideia de pesquisa-ação encontra um contexto favorável quando os pesquisadores não querem limitar suas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos da maioria das pesquisas convencionais. Querem pesquisas nas quais as pessoas implicadas tenham algo a "dizer" e a "fazer". Não se trata de simples levantamento de dados ou de relatórios a serem arquivados. Com a pesquisa-ação os pesquisadores pretendem desempenhar um papel ativo na própria realidade dos fatos observados.

O autor também elenca alguns aspectos principais da pesquisa-ação, vista como uma estratégia metodológica da pesquisa social, na qual:

a) há uma ampla e explícita interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada; b) desta interação resulta a ordem de prioridade dos problemas a serem pesquisados e das soluções a serem encaminhadas sob forma de ação concreta; c) O objeto de investigação não é constituído pelas pessoas e sim pela situação social e pelos problemas de diferentes naturezas encontrados nesta situação; d) O objetivo da pesquisa-ação consiste em resolver ou, pelo menos, em esclarecer os problemas da situação observada; e) há, durante o processo, um acompanhamento das decisões, das ações e de toda a atividade intencional dos atores da situação; a pesquisa não se limita a uma forma de ação (risco de ativismo): pretende-se aumentar o conhecimento dos pesquisadores e o conhecimento ou o "nível de consciência das pessoas e grupos considerados. (Thiollent, 1986, p. 16)

Como nosso trabalho também “visa à mudança de atitudes, de práticas, de situações e de condições, em função de um projeto alvo” (Chisté, 2016, p. 796), consideramos que a pesquisa-ação é a metodologia que melhor se encaixa aos nossos objetivos. Ou seja, discutir as possibilidades e desafios de um ensino de ciências que discutam os problemas sociais, políticos e econômicos em busca de uma ação transformadora

2.1 Contexto da pesquisa

A escola onde foi desenvolvida a sequência didática está localizada em uma região periférica da cidade de Belo Horizonte. A maior parte dos estudantes são moradores do Aglomerado do Cabana do Pai Tomás e seus arredores.

O Aglomerado do Cabana do Pai Tomás é resultado de uma ocupação que ocorreu em agosto de 1963 a partir de uma ocupação urbana em uma plantação de eucaliptos. A propriedade do terreno, à época, era reivindicada pelo Deputado Federal Antônio Luciano Pereira Filho, que era acusado de “grilagem” urbana na cidade pelos moradores mais antigos (Cunha, 2003).

Naquele ano, um grupo de pessoas, incluindo velhos e crianças, ocuparam a região e começaram a derrubar os eucaliptos e a construir moradias, como uma resposta à política de remoção das famílias e pessoas mais pobres que ocorriam em Belo Horizonte desde a década de 40 (Cunha, 2003).

Atualmente o Aglomerado do Cabana do Pai Tomás é o segundo maior da cidade de Belo Horizonte, contando com uma população de cerca de 18 mil pessoas (Urbel, 2020). A região tem uma série de articulações que buscam garantir direitos à população como o Coletivo Grande Cabana (Santos e Oliveira, 2024), a Associação de Moradores do Aglomerado do Cabana (ASMAC)³ e outros movimentos sociais e comunitários. No âmbito da cultura e de comunicação, existe a iniciativa Conecta Cabana⁴.

A escola onde foi realizada a pesquisa foi fundada no ano de 1985, completando assim, no ano de 2024, 49 anos de existência. Ela passou por diversas mudanças ao longo de sua história em relação aos níveis de escolaridade oferecidos. Atualmente a escola atua apenas no nível de Ensino Médio. Durante o dia são ofertadas vagas para o Ensino Médio de Tempo Integral e durante a noite existem turmas de ensino regular noturno e Educação de Jovens e Adultos para o mesmo nível de ensino.

Além dessas modalidades, a direção da escola nos informou que estava funcionando temporariamente um curso técnico médio a noite. Havia também a previsão para que no início de 2025 fosse iniciada uma parceria com o Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI) para a oferta de outros cursos técnicos na escola.

³ A Associação de Moradores do Aglomerado do Cabana é uma organização que atua oferecendo serviços comunitários de saúde, lazer, educação e cultura ao aglomerado. Além disso a ASMAC também representa a comunidade em uma série de reivindicações de direitos e necessidades da região. Ver mais em <https://www.instagram.com/asmacabana/>.

⁴ O Conecta Cabana é uma iniciativa de comunicação digital do cotidiano da comunidade. A página posta o dia a dia do aglomerado, divulga os empreendimentos e movimentações sociais locais, bem como participa ativamente das iniciativas que busquem mais direitos para a população do aglomerado. Ver mais em <https://www.instagram.com/conectacabana/>.

Segundo dados do Projeto Político-Pedagógico (PPP) da escola, as famílias, em sua maioria, são de baixa renda, sendo a necessidade de trabalhar por parte dos estudantes a fim de complementar a renda familiar, uma questão permanente na escola. Esse documento também relata a existência de um contexto de vulnerabilidade social na comunidade do entorno da escola e dificuldades existentes em relação à violência na região.

Ainda segundo o PPP da escola, a maior parte dos seus estudantes são jovens negros, com uma leve maioria de mulheres (52%) em relação aos homens (48%). Em 2024, existiam cerca de 330 matrículas, sendo a maior parte delas localizada no Ensino Médio de Tempo Integral. Durante a realização da pesquisa, segundo levantamento junto à direção da escola, a quantidade de matrícula se mantinha estável, com uma queda na quantidade de estudantes no turno integral, compensado por um aumento no turno noturno.

Aliás, nos últimos anos a escola vem passando por uma remodelagem na sua orientação pedagógica, incluindo em sua organização premissas da educação integral, em especial com os jovens sendo o centro do processo de ensino-aprendizagem e o protagonismo juvenil como parte importante de suas formações.

Minha relação com a escola começou no ano de 2018, quando assumi o cargo de professor efetivo de Física. Logo após, no fim do ano de 2019, decidi estabelecer residência na comunidade onde a escola está localizada, de modo que pudesse estar mais perto do meu espaço de trabalho.

Ao longo dos anos tive a oportunidade de lecionar em todas as modalidades de ensino da escola, tanto durante o dia, quanto no período noturno. Nos últimos dois anos me estabeleci como professor de disciplinas integradoras do Novo Ensino Médio na modalidade do Ensino Médio de Tempo Integral, em especial o componente curricular de Práticas Experimentais.

Devido a essa proximidade, tomamos a decisão de desenvolver a sequência didática nas aulas desse componente curricular.

O componente curricular de Práticas Experimentais, que compõe a matriz curricular das escolas de Ensino Médio de Tempo Integral (EMTI) em Minas Gerais foi escolhido como referência para a construção da sequência didática. Essa escolha ocorreu tendo já lecionado esse componente curricular em anos anteriores.

O componente curricular de “Práticas Experimentais”, aliás, é oferecido exclusivamente em escolas da modalidade EMTI e, segundo o “Manual das Atividades Integradoras”⁵, esse componente curricular:

Com característica interdisciplinar, tem como objetivo proporcionar ao estudante a vivência e construção de aulas práticas, possibilitando também um caminho de aprendizado que se ressignifica. Objetiva ainda promover a superação de obstáculos e desconstruir a visão de ciência compartimentalizada, dissociada do mundo e da vida. (p. 9).

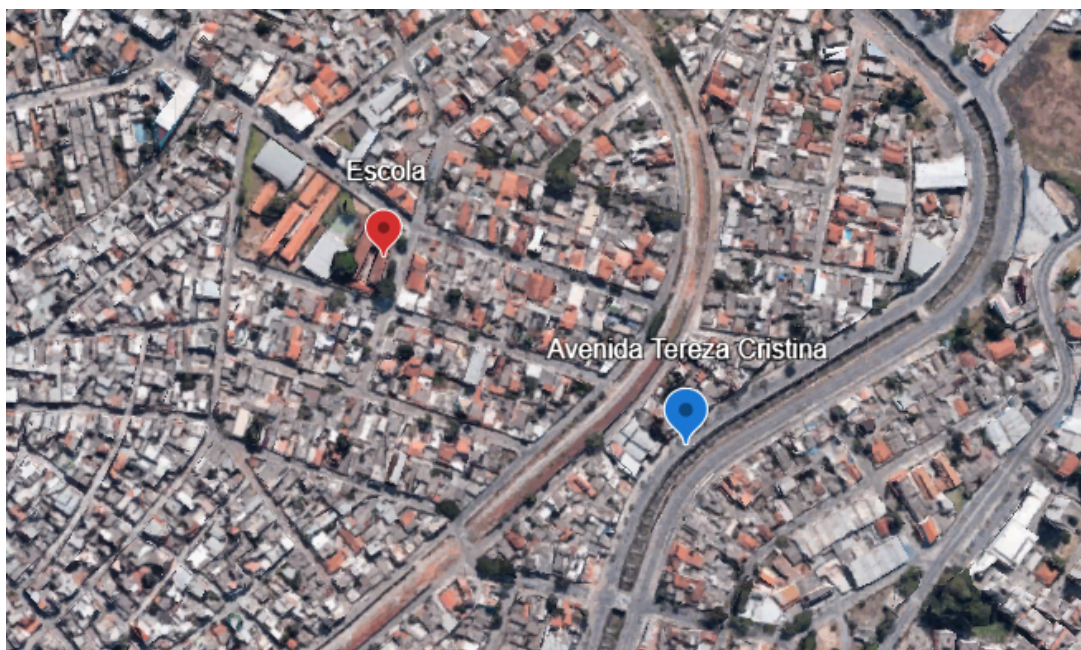
Em relação às turmas de desenvolvimento da sequência didática, definimos que ela seria realizada junto às duas turmas da segunda série do EMTI da escola. Fizemos essa escolha pela proximidade que o pesquisador já tinha com as turmas. Já havia sido professor de ambas as turmas no ano anterior, percebendo sua disposição à participação na pesquisa.

A Turma 1 tem 12 estudantes matriculados, enquanto a Turma 2 tem 18 estudantes matriculados. Embora a quantidade seja parecida, vale destacar que a Turma 1 tem um problema com a frequência dos estudantes, tendo dias com pouca quantidade de alunos na sala.

Enquanto professor e morador da região, pude perceber as enormes desigualdades sociais lá presentes. Dentre elas destaco o constante processo de enchentes que ocorrem na Avenida Tereza Cristina, sendo que pude testemunhar e ajudar as famílias que tiveram suas casas alagadas no ano de 2020.

⁵ MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. Ensino Médio em Tempo Integral – Manual das Atividades Integradoras. Belo Horizonte, 2023. Disponível em <<https://drive.google.com/file/d/1-KvVigLrrcajWPnld-mzW8JEju58hOgi/view>>

Figura 1 - Mapa do entorno da escola onde foi desenvolvida a SD



Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Essa avenida foi inicialmente idealizada em 1940 por Juscelino Kubitschek, então prefeito de Belo Horizonte.⁶ Ela segue as margens do ribeirão Arrudas, sendo sua construção realizada como parte do processo de canalização e alargamento desse curso d'água. A obra foi finalizada apenas nos anos 80, sendo que nos anos de 2010 ocorreu uma nova intervenção na avenida, onde parte do rio foi coberto a fim de aumentar a quantidade de faixas para fluxo de veículos na região central de Belo Horizonte.

Desde sua construção, as regiões em torno da Avenida Tereza Cristina sofrem com o transbordamento do ribeirão Arrudas, causando uma série de problemas ao longo de seu percurso. Uma das regiões mais afetadas encontra-se justamente nas proximidades da escola onde foi desenvolvida a sequência didática que compõem nossa pesquisa.

⁶ Disponível em <http://curraldelrei.blogspot.com/2011/10/metamorfoses-urbanas-parte-da-avenida.html>. Acesso em 22/09/2024.

Em 2020, ocorreram as últimas grandes enchentes na região. Na época, ocorreram manifestações da população devido às perdas de seus bens com os constantes alagamentos⁷. Além disso, foram mobilizadas campanhas de solidariedade para as pessoas que perderam desde móveis até roupas, além de também terem precisado de ajuda na limpeza de suas casas e de alimentação.

Figura 2 - Protestos na Avenida Tereza Cristina após enchente



Fonte: Valda Aparecida Félix/Divulgação - 15.1.2021

Nessa ocasião, estive presente nessas ações de solidariedade, tanto recolhendo doações, como visitando os locais mais atingidos. O relato dos moradores era de uma sensação de descaso do poder público e também de cansaço pelos repetitivos casos de alagamentos.

⁷ Ver mais em:

<https://www.otempo.com.br/cidades/enchente-revolta-moradores-da-tereza-cristina-que-fecham-anel-r odoviario-1.2286085>

Justamente pela sensibilidade que esse tema traz para a comunidade e ser uma questão recorrente na região, ele foi tomado como centro para a elaboração da sequência didática que compõe essa pesquisa e que foi desenvolvida na escola.

2.2 Cuidados éticos

Nossa pesquisa, por se tratar de uma investigação que envolve seres humanos, foi submetida à avaliação do Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). O processo de coleta dos dados foi iniciado somente após a aprovação do projeto pelo CEP (CAAE 79878424.8.0000.5149).

Como principais elementos de garantia de direitos aos estudantes e famílias a serem envolvidas na pesquisa, elaboramos um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE), ambos nos apêndices. Esses termos foram entregues no momento em que fizemos o convite aos estudantes para participação voluntária na investigação. Nesta ocasião, apresentamos a pesquisa aos estudantes e esclarecemos os riscos, benefícios e cuidados que tomaríamos na condução do estudo. Além disso, abrimos espaço para questionamentos dos estudantes e prestamos os esclarecimentos devidos.

No TCLE e no TALE foram detalhados os objetivos e procedimentos de nossa pesquisa, bem como informada a importância dela no contexto educacional brasileiro em geral e da escola em particular. Também foram informados os riscos que envolviam a participação na pesquisa.

Foi deixado claro, em ambos os documentos e em nossa apresentação, que nenhum estudante ou família seria prejudicado pela recusa ao convite de participação voluntária na pesquisa e que essa escolha não geraria qualquer tipo de constrangimento aos estudantes.

Na apresentação dos resultados, cuidamos de garantir o anonimato e a confidencialidade dos participantes. Os nomes dos estudantes foram substituídos por códigos e não exibimos imagens ou qualquer tipo de informação que permitisse a identificação dos estudantes.

Ao todo, foram convidados 30 estudantes para participarem da pesquisa, sendo 12 estudantes da primeira turma e 18 estudantes da segunda turma. Destes,

apenas um estudante não aceitou participar. Para resguardar a escolha do estudante, os gravadores foram posicionados de forma a não captar suas falas, preservando assim a sua decisão.

2.3 Estratégias de produção dos dados

Para a realização da pesquisa, utilizamos os seguintes instrumentos e estratégias de produção dos dados: entrevista com alguns estudantes utilizando a técnica de grupo focal; gravação em áudio dos encontros realizados; registro das produções escritas dos estudantes e narrativas construídas pelo pesquisador sobre cada uma das aulas da sequência didática, registradas em seu caderno de campo.

Optamos pela utilização da técnica do grupo focal por uma série de fatores. Entre eles, destacamos pontos sustentados por Gomes (2005, p. 281):

O ambiente proporcionado pela organização do grupo focal permite interação entre os membros do grupo; as informações prestadas por um dos integrantes estimulam os demais a falar sobre o assunto; o debate entre eles enriquece a qualidade das informações; o fato de se encontrar um grupo de iguais dá mais segurança ao participante para expressar suas opiniões, com respostas mais espontâneas e genuínas.

Mesmo com essas vantagens, vale destacar que a execução do grupo focal necessita de uma série de cuidados. Dentre eles, Gomes (2005) destaca a questão da escolha dos participantes. Para o autor, deve-se evitar o erro de escolha de indivíduos por conveniência ou por generalização. O primeiro perigo remete à possibilidade de distorção dos resultados, enquanto o segundo erro pode levar à meta oposta do objetivo de uma pesquisa de grupo focal, onde não se pretende generalizações, e sim o “levantamento de informações que permitam ao investigador compreender a gênese e a constituição de determinado grupo” (Gomes, 2005, p. 285).

Em nosso caso, escolhemos estudantes que representassem as duas turmas nas quais a sequência didática foi desenvolvida. Seguimos também as recomendações de Dias (2000), que reforça a importância de escolher “participantes que consigam se expressar bem e que se sintam confortáveis em compartilhar ideias e sentimentos” (p. 6).

Os grupos focais com alguns dos estudantes das turmas onde foram desenvolvidas as sequências didáticas tinham como objetivo perceber as visões dos

estudantes a respeito do ensino de ciências, bem como observar se as percepções dos estudantes indicavam possibilidades de desenvolvimento de uma educação CTS/CTSA e possíveis articulações com a pedagogia freireana.

Realizamos dois grupos focais, sendo um anterior à realização da sequência didática e outro posterior ao desenvolvimento das aulas, para perceber deslocamentos nas reflexões dos estudantes e, ao mesmo tempo, termos mais elementos de avaliação da própria sequência didática. Desse modo, achamos importante reforçar que a existência de dois grupos focais não tinha como intenção primordial uma comparação entre uma situação anterior e posterior, mas sim termos uma visão de expectativas e de como os estudantes vivenciaram esse momento, coletando assim suas impressões.

O quadro abaixo resume as perguntas motivadoras da discussão dos dois grupos focais:

Quadro 1: Perguntas dos Grupos Focais

Grupo Focal	Perguntas
Primeiro Grupo Focal	<ol style="list-style-type: none"> 1) Você acha importante estudar ciências na escola? Por que? 2) Você costuma utilizar os conteúdos aprendidos em ciências no seu cotidiano? 3) Você consegue visualizar a conexão do ensino de ciências com os problemas sociais que vivenciamos? 4) Quais suas expectativas em relação ao desenvolvimento da sequência didática que iremos iniciar?
Segundo Grupo Focal	<ol style="list-style-type: none"> 1) Considere a abordagem que fizemos das “Enchentes na Av. Tereza Cristina” em “Práticas Experimentais”. Como você avalia o formato das aulas e a forma como elas foram conduzidas?

	<p>2) Os conteúdos trabalhados na sequência didática “Enchentes na Avenida Tereza Cristina: Causas, Efeitos e Soluções” tem relação com o seu cotidiano?</p> <p>3) A partir da sequência didática desenvolvida, você consegue visualizar a conexão dos conteúdos de ciências com os problemas sociais que você vivencia?</p> <p>4) Você tem elogios, observações, sugestões ou críticas aos encontros realizados durante a sequência didática “Enchentes na Avenida Tereza Cristina: Causas, Efeitos e Soluções”.</p>
--	---

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Para a realização do primeiro grupo focal estiveram presentes 5 estudantes, sendo quatro deles da Turma A e 1 estudante da Turma B. Já no segundo grupo focal estiveram presentes 7 estudantes, sendo 5 estudantes da turma A e 2 estudantes da turma B.

O critério para a escolha dos estudantes levou em conta os perfis deles. Refletimos em especial sobre as características que possibilitaram a eles se expressarem de modo mais completo, sendo escolhidos os estudantes que apresentassem mais disposição para expor seus pensamentos e reflexões (Gomes, 2005).

A diferença de quantidade entre estudantes das duas turmas presentes em ambos os grupos focais não teve a intenção de quantificar uma relação proporcional da quantidade de estudantes de cada turma. Essa disparidade foi reflexo automático do tamanho de ambas as turmas e, principalmente, da disposição dos estudantes nos dias de agendamento dos grupos focais.

O grupo focal foi conduzido pelo próprio pesquisador. Também foi informado aos estudantes do que se tratava aquele momento de conversa, e buscamos tranquilizá-los a respeito das respostas, reforçando que aquele não era um momento de avaliação individual de cada um, mas sim um momento de troca de ideias e impressões.

Em ambos os grupos focais, buscamos espaços na escola que não tivessem o formato convencional de salas de aula. O primeiro grupo focal foi realizado em uma sala montada para atividades diferenciadas na escola, conhecida como “Sala do Conhecimento”. Ela é uma sala de aula onde foi retirada a maior parte das carteiras, sendo organizados ali espaços para pintura, rodas de conversa e palestras. Essa sala conta com pufes, sofás e também tatames para que os estudantes possam estar mais à vontade no local.

No segundo grupo focal, utilizamos outro espaço conhecido como “Sala de Descanso”, que foi concebido pela diretora como um local onde os estudantes pudessem estar nos intervalos de aula ou horário do almoço e que fosse de gestão dos próprios estudantes. Essa sala também conta com pufes e sofás de maior tamanho para os estudantes. Eventualmente, esse local também é utilizado para aulas ou outras atividades.

Em relação às aulas, fizemos gravações em áudio de todos os encontros. Para tanto, na primeira aula, antes do início das gravações, tivemos conversas com as turmas envolvidas, explicando esse procedimento de pesquisa, que já havia sido detalhado na oportunidade do convite à participação como voluntários da pesquisa.

A realização das gravações das aulas foi um procedimento de pesquisa que transcorreu sem sobressaltos, pois os estudantes e famílias já mantinham uma relação de confiança com o professor-pesquisador.

Tanto as gravações em áudio dos grupos focais quanto dos encontros foram transcritas posteriormente com o auxílio da ferramenta Transkriptor. Após essa primeira transcrição, o professor-pesquisador revisou as gravações para corrigir eventuais erros da ferramenta.

Além das gravações das aulas, distribuimos aos estudantes cadernos que serviram para anotações e observações produzidas por eles mesmos durante as aulas. Esses cadernos também foram utilizados para anotações e resolução de exercícios propostos ao longo dos encontros.

Essa fonte de dados ganha relevância na medida em que podemos ter contato com a sistematização individual de cada estudante diante dos desafios propostos a eles.

Por fim, também utilizamos como fonte de dados os registros escritos produzidos pelo professor-pesquisador ao final de cada aula. Esses registros

consistem em narrativas do professor sobre a aula realizada e seus desdobramentos.

Em nosso caso, pelo fato de o professor-pesquisador ser um dos atores no processo da pesquisa-ação, levar em conta os relatos após cada aula “se baseia nas premissas de que ensinar é experienciado como acontecimentos sociais complexos, que o conhecimento está organizado em teorias explicativas e, por sua vez, serve de lente interpretativa da compreensão da experiência de cada um” (Galvão, 2005, p. 330).

Porém, não podemos perder de vista o complexo processo que envolve a investigação via narrativas, ainda mais quando os registros são do próprio investigador. Isso é necessário para que “os preconceitos, muitas vezes assentados numa falsa noção de cientificidade, deem lugar à flexibilidade nos métodos e à coerência entre o modo como agimos e nos posicionamos no terreno na investigação em Educação” (Galvão, 2005, p. 342).

Cumprindo esses cuidados inerentes à investigação, esses relatos narrativos do desenrolar das ações podem dar “uma informação situada e avaliada do que se está a investigar” (Galvão, 2005, p. 343).

2.4 Estratégias de análise de dados

A estratégia de análise de dados deve estar diretamente vinculada aos objetivos da pesquisa e ao delineamento metodológico geral da investigação.

Partindo dessa premissa, fizemos a escolha de utilizar a Análise de Conteúdo como ferramenta para a análise dos dados referentes ao dois grupos focais de nossa investigação. Já para a análise das narrativas dos estudantes ao longo das aulas encontramos dificuldades de aplicação da análise de conteúdo. Desse modo recorreremos a uma análise das narrativas a partir dos pressupostos teóricos-metodológicos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana.

2.4.1 Análise do Grupo Focal

Para a análise do grupo focal, fizemos uso da estratégia da análise de conteúdo. Bardin (1977) oferece a seguinte definição sobre essa estratégia:

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) dessas mensagens (Bardin, 1977, p. 42).

Esta estratégia de análise de dados está diretamente vinculada à investigação sobre o discurso em um certo texto. Segundo Rosa (2013), quando a investigação sobre um determinado discurso busca “os argumentos usados pelo enunciador do *Discurso*⁸ para basear os enunciados que emite” (p. 128), temos ali um exemplo de análise de conteúdo. Segundo o mesmo autor, essa estratégia é muito útil nas investigações sobre ensino de ciências, pois em geral “queremos analisar a lógica interna dos Discursos produzidos pelos sujeitos das pesquisas que realizamos” (Rosa, 2021, p. 129).

Em nosso caso, essa afirmação se justifica, pois buscaremos analisar, a partir dos discursos coletados via grupos focais, os elementos fundamentais que nos permitirão responder ao nosso problema de pesquisa, bem como parte dos objetivos estabelecidos em nossa investigação.

Para a realização desta técnica de análise de dados, também conhecida como Análise de Conteúdo Categorical, percorremos três fases que, conforme Bardin (1977), constituem etapas cronológicas fundamentais: a pré-análise, a exploração do material e o tratamento dos resultados.

Na pré-análise, realiza-se o primeiro contato com o material, momento em que se define o *corpus* de análise, formulam-se hipóteses e objetivos, e estabelecem-se os indicadores que servirão de base para a interpretação dos dados. É nesta etapa que também se inicia uma sucessão de leituras, desde uma leitura “flutuante” – que consiste na observação inicial dos documentos já coletados – até alcançar uma leitura mais aprofundada. Bardin (1977) destaca que esta fase compreende três objetivos principais: “a escolha dos documentos a serem submetidos à análise, a formulação de hipóteses e dos objetivos e a elaboração de indicadores que fundamentem a interpretação final” (p. 95).

⁸ Grifo do autor

A segunda etapa corresponde à exploração do material. Nessa fase, busca-se identificar os elementos comuns aos diferentes discursos analisados. Os elementos recorrentes são organizados em unidades temáticas, as quais são posteriormente categorizadas e agrupadas. Conforme Valle e Ferreira (2025), “a codificação envolve a criação de códigos ou etiquetas que representam conceitos importantes para a pesquisa. Esses códigos são atribuídos aos dados durante a fase de codificação” (p. 10). Assim, é importante destacar que essa etapa inicia-se com o processo de codificação, que orienta a organização do conteúdo e facilita a posterior análise interpretativa.

Na terceira e última etapa, denominada inferência, ocorre a interpretação dos dados. Esta interpretação deve estar intrinsecamente vinculada ao referencial teórico adotado pela pesquisa, sendo necessária uma constante retomada dos objetivos previamente estabelecidos. Valle e Ferreira (2025) afirmam que “o processo interpretativo pode ser compreendido como o momento em que o pesquisador dá sentido e significado às manifestações encontradas e estabelece o diálogo com o arcabouço teórico” (p. 10).

No presente estudo, esse processo de análise contribuiu em especial para compreendermos como os estudantes desenvolvem suas visões a respeito do ensino de ciências. No caso de nossa pesquisa, as categorias surgiram diretamente dos dados e das narrativas dos estudantes. Entre as categorias, também surgiram elementos que extrapolaram as visões dos jovens a respeito do ensino de ciências, também alcançando percepções que fazem paralelos aos pressupostos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana.

2.4.2 Análise do Encontro

A princípio, o planejamento de nosso projeto era utilizar o método da análise de conteúdo para todos os dados que foram produzidos. Porém, encontramos relativa inadequação na utilização da análise de conteúdo para a análise das aulas.

Desse modo, para a análise das aulas, optamos por buscar identificar nas narrativas dos estudantes em cada encontro os elementos que apontassem para as potencialidades e as dificuldades do desenvolvimento dos pressupostos teórico-metodológicos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana.

Além disso, utilizamos o caderno de campo do professor-pesquisador para mapear os momentos mais relevantes das aulas a partir dos objetivos de nossa pesquisa. Ou seja, essas anotações e narrativas do professor-pesquisador funcionam como bússolas no processo de seleção dos extensos dados produzidos.

A partir dessas narrativas do professor-pesquisador, foi possível notarmos que poderíamos preterir, nesse primeiro momento da análise, a análise extensiva dos cadernos onde os estudantes responderam parte das questões propostas no Caderno do Estudante da sequência didática.

Acreditamos que a análise das narrativas dos estudantes nos encontros já seria suficiente para responder aos nossos objetivos. Portanto, além de analisarmos e discutirmos os grupos focais a partir do método da análise de conteúdo, selecionamos quatro dos seis encontros para nos debruçarmos sobre as narrativas dos estudantes, utilizando como referencial de análise os pressupostos que nosso referencial teórico traz sobre a articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana.

Nesse ponto, é importante ressaltar que o planejamento inicial de nossa sequência previa cinco encontros com as duas turmas que fizeram parte de nossa pesquisa. Porém, o conteúdo tornou-se muito extenso, sendo necessária a realização de um encontro a mais para percorrermos toda a sequência didática.

Abaixo apresentamos um quadro resumo com o planejamento inicial e a referência de sobre cada encontro.

Quadro 2 - Datas dos Encontros Realizados

Encontros Realizados	Semana de Execução
Encontro 1 - Parcial	Entre 16/09/2024 e 20/09/2024
Encontro 2 - Início	Entre 23/09/2024 e 27/09/2024
Encontro 3	03/10/2024
Encontro 2 - Finalização	Entre 07/10/2024 e 11/10/2024
Encontro 4	Entre 04/11/2024 e 08/11/2024
Encontro 5	11/11/2024

Fonte: Próprio Autor a partir das anotações do caderno de campo

Desse modo, discutiremos as narrativas dos estudantes referentes aos encontros 1, 3, 4 e 5, por considerarmos os mais relevantes para a resposta dos nossos objetivos.

Capítulo 3 - A construção do produto educacional

Desenvolvemos uma sequência didática orientada pelos pressupostos teórico-metodológicos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana. No Apêndice I deste trabalho, apresentamos o Caderno do Estudante que foi utilizado ao longo dos encontros com os estudantes.

A busca pelo tema que seria base para a elaboração da sequência didática sempre girou em torno dos temas ambientais e sociais que são questões relevantes para a comunidade escolar.

Essa sequência didática buscou articular uma abordagem de ensino de ciências que permitisse aos estudantes relacionar os conhecimentos das ciências com suas realidades sociais em uma perspectiva transformadora.

Para tanto, utilizamos uma abordagem temática, em torno da questão do tema “Enchentes na Avenida Tereza Cristina: causas, efeitos e soluções”. Fizemos a escolha desse tema por alguns fatores. Dentre eles, destacamos o fato de a comunidade escolar onde a sequência seria desenvolvida estar fortemente marcada pelas enchentes na Avenida Tereza Cristina, que se encontra a menos de 400 metros de distância da escola.

As enchentes causadas pelas chuvas impactam o contexto escolar a ponto de, recorrentemente, as aulas terem de ser finalizadas mais cedo pelos alertas de precipitação, e muitos professores terem de refazer seus trajetos escola-casa ou casa-escola pelos constantes riscos de inundação na Avenida Tereza Cristina.

Além disso, em nosso processo de levantamento bibliográfico, não encontramos nenhuma sequência didática que tratasse as questões das enchentes em contextos urbanos na cidade de Belo Horizonte, capital fortemente marcada pela canalização de seus rios.

Apenas ao final de 2025, após o desenvolvimento da sequência didática, tivemos acesso à produção de um material pedagógico construído pela Escola de Arquitetura e Urbanismo da UFMG. Esse material foi produzido dentro do projeto de

extensão “*Lembra: Isto é rio*”⁹. orientada pelos pressupostos teórico-metodológicos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana. No Apêndice I deste trabalho, apresentamos o Caderno do Estudante que foi utilizado ao longo dos encontros com os estudantes.

A busca pelo tema que seria base para a elaboração da sequência didática sempre girou em torno dos temas ambientais e sociais que são questões relevantes para a comunidade escolar.

Essa sequência didática buscou articular uma abordagem de ensino de ciências que permitisse aos estudantes relacionar os conhecimentos das ciências com suas realidades sociais em uma perspectiva transformadora.

Para tanto, utilizamos uma abordagem temática, em torno da questão do tema “Enchentes na Avenida Tereza Cristina: causas, efeitos e soluções”. Fizemos a escolha desse tema por alguns fatores. Dentre eles, destacamos o fato de a comunidade escolar onde a sequência seria desenvolvida estar fortemente marcada pelas enchentes na Avenida Tereza Cristina, que se encontra a menos de 400 metros de distância da escola.

As enchentes causadas pelas chuvas impactam o contexto escolar a ponto de, recorrentemente, as aulas terem de ser finalizadas mais cedo pelos alertas de precipitação, e muitos professores terem de refazer seus trajetos escola-casa ou casa-escola pelos constantes riscos de inundação na Avenida Tereza Cristina.

Além disso, em nosso processo de levantamento bibliográfico, não encontramos nenhuma sequência didática que tratasse as questões das enchentes em contextos urbanos na cidade de Belo Horizonte, capital fortemente marcada pela canalização de seus rios.

Apenas ao final de 2025, após o desenvolvimento da sequência didática, tivemos acesso à produção de um material pedagógico construído pela Escola de

⁹ O projeto de extensão *Lembra: Isto é rio*” atuou entre abril de 2023 e julho de 2024 tendo como foco principal as vivências e memórias da comunidades das bacias hidrográficas dos Córregos Capão, Leitão e Tamboril e no baixo curso do Ribeirão da Onça, localizada na região metropolitana de Belo Horizonte. Ver mais em: <https://www.lembraistoerio.org/>

Arquitetura e Urbanismo da UFMG. Esse material foi produzido dentro do projeto de extensão “Lembra: Isto é rio”.

De qualquer modo, a construção desse projeto de extensão que foi quase que feito em paralelo ao nosso projeto de pesquisa, demonstra como a questão das enchentes configura-se como um problema socioambiental urgente para a cidade de Belo Horizonte com especificidades e generalizações nas diversas regiões da cidade.

Para a construção da sequência didática, utilizamos a pesquisa-ação como um dos elementos orientadores. Essa metodologia de pesquisa se caracteriza por um movimento em espiral, onde os estudantes devem também se envolver no processo de “planejamento, de ação, de observação, de reflexão e, caso seja necessário, de um novo planejamento da experiência em curso, planejamento e execução da sequência didática” (Chisté, 2016, p. 797). No entanto, devido ao curto período para elaboração da sequência didática, execução das aulas e análise dos resultados, combinados com as demais responsabilidades do percurso do mestrado, não houve tempo hábil para o estabelecimento desse movimento no processo de elaboração da sequência didática. Desse modo, a sequência didática não surgiu a partir de processos de escrita coletiva com os estudantes, porém está alinhada à experiência adquirida pelo professor-pesquisador ao longo de sua trajetória de proximidade e vivência com eles.

Também foi dado um caráter flexível à sequência didática. Ou seja, suas etapas poderiam se ajustar ao diálogo a ser feito com os estudantes no processo de realização da pesquisa. Porém, mesmo com esse caráter flexível garantimos o cumprimento dos prazos da pesquisa e que sejam respeitados os princípios da pesquisa-ação que foi escolhida como metodologia da pesquisa

Por fim, vale ressaltar que, pelo caráter do componente curricular onde a sequência didática se desenvolveu, ela teve tanto aspectos interdisciplinares, envolvendo assim o máximo possível conceitos de todas as disciplinas das Ciências da Natureza, bem como teve, obrigatoriamente, atividades de caráter experimental, elemento básico desse componente curricular.

A escolha pela organização temática vai ao encontro das discussões recorrentes de aproximação da educação em Ciências com os pressupostos de

Paulo Freire (Auler; Dalmolin; Fenalti, 2009). Porém, não apenas na perspectiva freireana, mas também no enfoque CTS/CTSA, privilegia-se o ensino através da investigação temática, subordinando a ela os conceitos disciplinares. Nesse mesmo artigo, os autores buscam refletir sobre as naturezas desses temas em ambas as perspectivas, a partir da análise publicações sobre CTS e sobre abordagens freireanas, identificando seus pontos de encontro e desencontros em cinco categorias: a) Abrangência dos temas; b) Surgimento dos temas; c) Disciplinas envolvidas na estruturação do tema; d) Relação tema/conteúdo; e) Conteúdo tradicional designado de tema.

Em relação à abrangência dos temas, os autores perceberam que, no enfoque CTS/CTSA, os temas em geral são de contexto mais “universais”, enquanto os temas geradores de Freire abarcam as realidades mais locais e comunitárias, mesmo que sendo parte de problemas mais globais. Sobre a categoria de surgimento dos temas, os autores notaram que, enquanto os temas em Freire surgiam da investigação temática, onde a comunidade escolar era parte ativa da formulação, os temas no enfoque CTS/CTSA surgiam sempre a partir da orientação do professor.

Os autores também notaram que os temas na abordagem freireana, no que concerne às disciplinas envolvidas, apresentavam alto grau de interdisciplinaridade. Já no enfoque CTS/CTSA, muitas vezes havia apenas uma disciplina envolvida e, quando ocorriam mais de uma disciplina na discussão do tema, elas sempre se restringiam à área das ciências da natureza. Sobre a relação tema/conteúdo, os autores destacaram que, na perspectiva freireana, o centro do processo educativo era o tema, sendo que os conteúdos eram selecionados a fim de garantir o entendimento a respeito do tema. Já no enfoque CTS/CTSA, os autores destacaram que existiam diferenças entre os trabalhos analisados, com alguns tendo o tema como centro do processo educativo e outros como auxiliar no processo de compreensão do conteúdo. Por fim, em relação aos conteúdos tradicionais designados como temas, os autores destacaram que tais “temas” são vinculados aos especialistas, apresentando dificuldade em relacionar com a curiosidade ou ainda com as vivências dos alunos.

Partindo dessa classificação, podemos caracterizar a sequência didática produzida por nós. Em relação à abrangência do tema, percebemos que primamos por um tema social que é geral, mas analisado em seu contexto específico. Sobre o

surgimento do tema, mesmo ele sendo socialmente relevante para aquela comunidade, não houve participação dela em sua escolha. Além disso, buscamos envolver todos os componentes curriculares da área das ciências da natureza, tentando garantir a maior interdisciplinaridade possível na sequência didática. Ao mesmo tempo, buscamos que o centro da sequência didática fosse o tema enchenes, com os conteúdos curriculares tradicionais funcionando como suporte para o entendimento dessa questão socialmente relevante. Por fim, destacamos que o tema escolhido não costuma ser parte do currículo tradicional, sendo uma questão social que surge com mais intensidade após as ocupações dos grandes centros urbanos.

A sequência didática foi planejada para ser desenvolvida ao longo de 5 semanas, com dois módulos-aulas semanais, seguindo a matriz curricular do modelo de EMTI. Esses encontros duraram metade de um bimestre avaliativo do calendário escolar. Tal duração foi pensada para se adequar ao cronograma e à organização escolar do espaço onde foi realizada a pesquisa.

Além de utilizarmos a organização temática como organizador da sequência didática, para a elaboração dela buscamos respeitar tanto a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) quanto o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG).

Interessante notar que, mesmo a BNCC sendo fortemente influenciada pela iniciativa privada e por lógicas da sociedade capitalista hegemônica (Pacheco; Loy; Muenchen, 2024), ainda há espaço para o surgimento de práticas por onde se pode desenvolver um enfoque CTS/CTSA em articulação com a pedagogia freireana, ou seja, uma educação científica crítica. Por exemplo, a BNCC, ao orientar a respeito do ensino na área de Ciências da Natureza, fala que:

a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza (p. 547).

Ainda no próprio texto da BNCC, ela sugere a necessidade de desenvolver na população o “letramento científico”, envolvendo “a capacidade de compreender e interpretar o mundo (natural, social e tecnológico), mas também de transformá-lo com base nos aportes teóricos e processuais das ciências” (Brasil, 2017). Desse modo as pessoas ao se apropriarem da linguagem própria das ciências poderiam:

(...) entender, avaliar, comunicar e divulgar o conhecimento científico, além de lhes permitir uma maior autonomia em discussões, analisando, argumentando e posicionando-se criticamente em relação a temas de ciência e tecnologia (p. 552).

Percebemos que, mesmo sendo um documento cuja orientação educacional atende a objetivos mercadológicos (Pacheco; Loy; Muenchen, 2024), ainda podemos realizar atividades que mantenham nossos objetivos sem fugir totalmente desse documento orientador, que é o principal documento curricular brasileiro.

Por fim, é importante destacar que esta proposta se inspira na abordagem dos Três Momentos Pedagógicos (3MP), conforme apresentado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Os autores Demétrio Delizoicov e José André Angotti, na obra *Física*, estruturam essa abordagem em: problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. As características do primeiro momento, a problematização inicial, podem ser descritas da seguinte maneira:

São apresentadas questões e/ou situações para discussão com os alunos. Mais do que simples motivação para se introduzir um conteúdo específico, a problematização inicial visa a ligação deste conteúdo com situações reais que os alunos conhecem e presenciam, mas que não conseguem interpretar completa ou corretamente porque provavelmente não dispõem de conhecimentos científicos suficientes.

A problematização poderá ocorrer pelo menos em dois sentidos. Por um lado, o aluno já poderá ter noções sobre as questões colocadas, fruto da sua aprendizagem anterior na escola ou fora dela. As noções poderão ou não estar de acordo com as teorias e as explicações da Física, representando o que se tem chamado de “concepções alternativas” ou “conceitos espontâneos” dos alunos. A discussão problematizada pode permitir que essas concepções emergam. Por outro lado, a problematização poderá permitir que o aluno sinta necessidade da aquisição de outros conhecimentos que ainda não detém; ou seja, a situação ou questão se configura para ele como um problema para ser resolvido. Daí, a importância de se problematizarem questões e situações. Neste primeiro momento, caracterizado pela compreensão e apreensão da posição dos alunos frente ao tópico, é desejável que a postura do professor se volte mais para questionar e lançar dúvidas sobre o assunto que para responder e fornecer explicações (Delizoicov; Angotti, 1988, p. 22)

Assim, o primeiro momento consiste em levantar situações reais e desafiadoras vivenciadas pelos estudantes — as chamadas *situações-limite*, na perspectiva freireana — partindo do cotidiano dos educandos e utilizando o conhecimento popular e empírico como ponto de partida. Os autores destacam que, nessa etapa, “[...] é desejável que a postura do professor se volte mais para

questionar e lançar dúvidas sobre o assunto do que para responder e fornecer explicações” (Delizoicov; Angotti, 1988, p. 22).

No segundo momento, denominado organização do conhecimento, busca-se aprofundar os fundamentos teóricos que sustentam a problemática levantada na etapa inicial (UREL, 2022). De acordo com Delizoicov e Angotti (1988), nessa etapa:

Os conhecimentos de Física necessários para a compreensão do tema central e da problematização inicial serão sistematicamente estudados neste momento sob orientação do professor. Definições, conceitos, relações, leis, apresentadas no texto introdutório, serão agora aprofundados.

O núcleo do conteúdo específico de cada tópico será preparado e desenvolvido, durante o número de aulas necessárias, em função dos objetivos definidos e do livro didático ou outro recurso pelo qual o professor tenha optado para o seu curso. Serão ressaltados pontos importantes e sugeridas atividades, com as quais se poderá trabalhar para organizar a aprendizagem. (p. 23)

E, por fim, o terceiro momento, denominado aplicação do conhecimento. Nessa etapa, após a apropriação dos saberes sistematizados, os estudantes são incentivados a estabelecer relações entre o conteúdo aprendido e situações concretas de seu cotidiano. Essa prática reforça a noção de práxis freiriana, compreendida como a articulação indissociável entre reflexão e ação. Nesse sentido, os autores destacam que esta etapa:

Destina-se, sobretudo, a abordar sistematicamente o conhecimento que vem sendo incorporado pelo aluno para analisar e interpretar tanto as situações iniciais que determinaram seu estudo, como outras situações que não estejam diretamente ligadas ao motivo inicial, mas que são explicadas pelo mesmo conhecimento. Deste modo pretende-se que, dinâmica e evolutivamente, o aluno perceba que o conhecimento, além de ser uma construção historicamente determinada, desde que apreendido é acessível a qualquer cidadão, que dele pode fazer uso. Com isso, pode-se evitar a excessiva dicotomização entre processo e produto, física de "quadro-negro" e física da "vida", "cientista e não-cientista (Delizoicov; Angotti, 1988, p. 25).

Bonfim et al. (2018) ressaltam que a metodologia dos Três Momentos Pedagógicos, aprimorada por Delizoicov no início da década de 1980, é fruto da transposição da concepção pedagógica de Paulo Freire (2019) para o contexto da educação formal. Tal proposta “[...] enfatiza uma educação dialógica, na qual o professor atua como mediador entre os conteúdos científicos abordados em sala de aula e a realidade cotidiana dos estudantes” (Bonfim et al., 2018, p. 188).

Nesse contexto, (Menezes, 1996, p. 639) complementa: “ [...] foi o gosto pela aventura de Demétrio Delizoicov, seguido por José André Angotti, que acabou

levando pela primeira vez à prática algo como o que concebêramos, curiosamente, para a escola elementar [...]”. O autor ainda destaca que: “[...] todo o arsenal freireano foi retrabalhado em estratégias específicas, foi aparelhado e reinventado para uma aplicação regular no ensino de ciências de uma escola oficial. Havia, é fato, certa apreensão sobre como reagiria o mestre àquelas incursões.” (Menezes, 1996, p. 640).

As etapas que compõem os Três Momentos Pedagógicos (3MP) mantêm uma relação direta com a metodologia de alfabetização proposta por Paulo Freire, estruturada nas fases de **investigação**, **tematização** e **problematização**. Conforme destaca Urel (2022, p. 54), Delizoicov “[...] afunila, a partir da década de 1980, parte do método do pernambucano e o denomina de Três Momentos Pedagógicos.” Nesse sentido, o autor demonstra, por meio do diagrama apresentado a seguir, como esses elementos se articulam com a proposta de Delizoicov, evidenciando as conexões entre a pedagogia freireana e os fundamentos que sustentam os Três Momentos Pedagógicos.

Figura 3 - Método de Freire



Fonte: Urel, 2022, p.54

Figura 4 - Método de Delizoicov

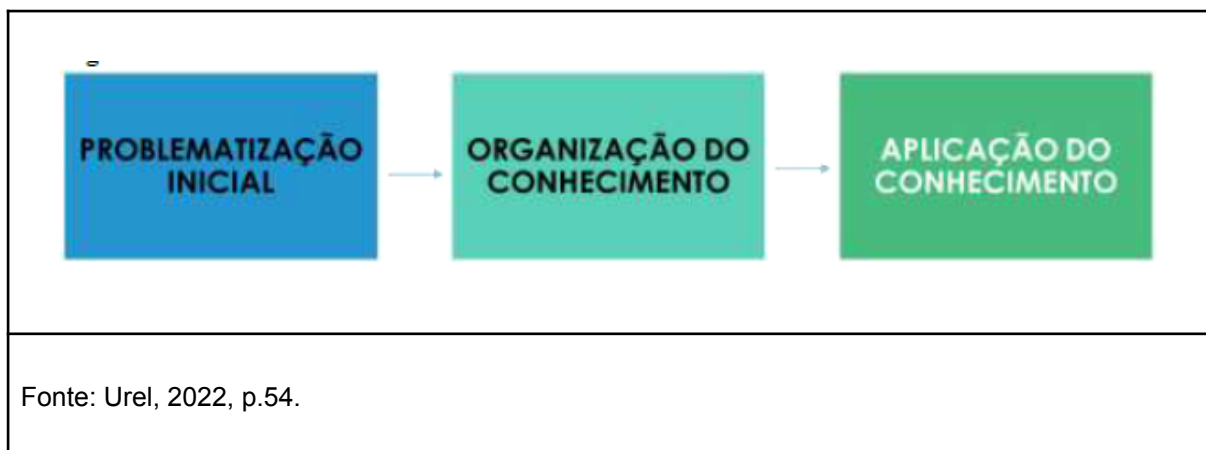


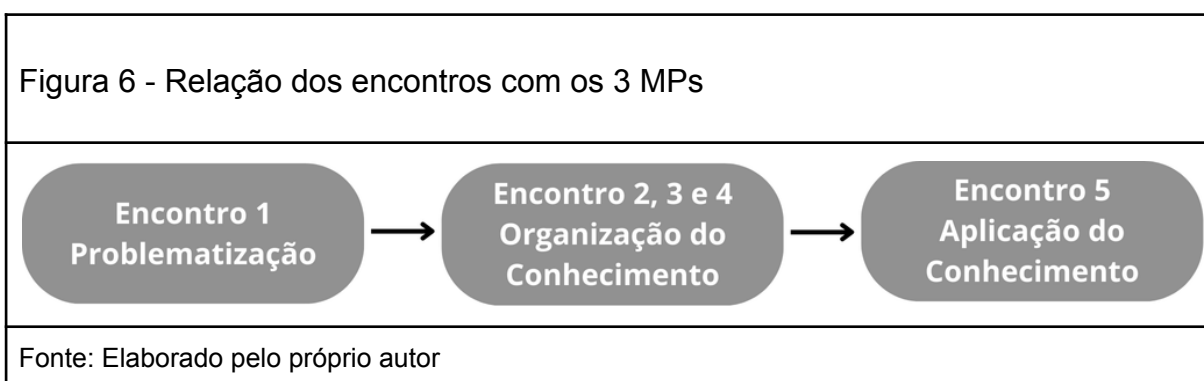
Figura 5 - Relação entre método Freire e de Delizoicov



Com base nesses diagramas e pelo estudo desenvolvido pelo autor, é possível estabelecer correspondências significativas entre Delizoicov e Paulo Freire. Essas aproximações podem ser sintetizadas da seguinte forma: **Investigação** corresponde à **Problematização Inicial**, uma vez que ambas valorizam o contexto vivido pelos estudantes como ponto de partida para o processo educativo; **Tematização** relaciona-se com a **Organização do Conhecimento**, pois visam estruturar os conteúdos de maneira significativa e dialógica; e **Problematização**, conforme proposta por Freire, encontra paralelo na **Aplicação do Conhecimento**, na medida em que ambas buscam promover ações transformadoras fundamentadas

na reflexão crítica. Nesse sentido, as ideias freireanas demonstram sua relevância ao servirem de alicerce para a construção de práticas pedagógicas **contextualizadas, críticas, dialógicas e transformadoras**. Assim, os três Momentos Pedagógicos propõem um ensino de Ciências que parte da realidade dos estudantes, promove o diálogo entre diferentes áreas dos saberes e busca a transformação social a partir da compreensão crítica da ciência e da sociedade.

Em nosso trabalho, buscamos organizar esses três momentos de modo que o primeiro encontro trouxesse elementos da problematização. Sendo os encontros seguintes responsáveis pela organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Abaixo apresentamos um diagrama que busca sistematizar nossa intencionalidade.



Essa intenção, porém, não faz com que nossa sequência didática seja estática, até porque reconhecemos que os 3MPs não devem ser vistos de modo estático e só fazem sentido quando estão em movimento no processo dinâmico de ensino-aprendizagem. Ou seja, dentro de um mesmo encontro, podemos ter os 3MPs em processo circular de aparição, mesmo que algum deles possa surgir de forma mais dominante.

Por fim, ressalta-se que, a partir dos resultados de nossa pesquisa, a sequência didática apresentada como produto educacional presente no Apêndice II como parte dos requisitos para a conclusão do PROMESTRE teve alterações. Essas alterações vêm justamente da contribuição dos estudantes ao longo das aulas e, em especial, a partir dos resultados da análise do grupo focal.

Capítulo 4 - Resultados e Discussão

Neste capítulo, apresentamos os resultados da análise dos materiais coletados ao longo do desenvolvimento da sequência didática, bem como do grupo focal realizado antes e depois da realização dos encontros.

Devido à questão do tempo de realização do mestrado, realizamos a leitura das anotações e respostas individuais produzidas pelos estudantes. Também, no processo de análise das aulas, decidimos não analisar o Encontro 2, justamente por acreditarmos que os dados presentes nos demais encontros já seriam suficientes para as respostas em relação aos nossos objetivos, como explicamos na seção sobre a estratégia de análise de dados.

Desse modo, fizemos a discussão das análises das transcrições dos dois grupos focais realizados, bem como das transcrições de quatro encontros desenvolvidos. Também apresentamos os trabalhos finais no formato de cartazes que foram produzidos pelos estudantes.

Vale ressaltar que os cartazes não serão analisados pelos métodos escolhidos. Eles terão a função de servir de suporte para as transcrições das falas dos educandos no momento de suas apresentações no quinto e último encontro.

4.1 Grupo focal

Bardin (1977) afirma que as categorias no processo de análise de conteúdo tanto podem ser pré-estabelecidas a partir do referencial teórico, como também podem surgir da própria análise dos dados. Em nosso caso, emergiram dos dados três categorias que foram: i. Visão geral sobre o ensino de ciências e seus objetivos; ii. Visão sobre Metodologia e desenvolvimento das aulas de ciências; iii. Educação CTS/CTSA em articulação com Freire.

Na primeira categoria, “Visão geral sobre o ensino de ciências e seus objetivos”, estão presentes falas que sugerem uma visão mais generalista do ensino de ciências. Nesses contextos, os estudantes em geral apresentaram respostas vagas e de teor monossilábico, sem aprofundar suas reflexões. Porém, elas são importantes, pois podem revelar também visões mais parciais ou ainda superficiais sobre o ensino de ciências e como eles o enxergam.

Na segunda categoria, “Metodologia e desenvolvimento das aulas de ciências”, incluímos trechos de falas onde os estudantes expressavam suas ideias sobre como deveriam ocorrer as aulas que envolvessem as disciplinas do ensino de ciências. Essa categoria pode nos orientar sobre métodos com os quais os estudantes ficam mais à vontade em seu processo de ensino-aprendizagem e que, por serem possíveis de serem utilizados em diferentes contextos, podem ser reforçados no modelo de ensino de ciências que defendemos neste trabalho.

Já na terceira categoria foram incluídos os trechos em que as falas dos estudantes remeteram a relações entre os eixos Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente em articulação com a perspectiva freireana. Observamos que essas falas sugerem visões do ensino de ciências que reforçam a proposta de ensino de ciências que aqui defendemos. Vale ressaltar que esses contextos surgem além de termos de visões sobre o ensino de ciências, mas também em termos de potencialidades. Ou seja, as falas dos estudantes tentam relacionar os eixos mesmo que de forma parcial. Dessa forma, em algumas falas não surgem imediatamente os pressupostos que dissertamos neste trabalho em nosso referencial teórico, mas alguns elementos que nos servem como pistas tanto de seu potencial como de suas aplicações.

4.1.1 Visão geral sobre o ensino de ciências e seus objetivos

Nesta seção, abordamos a primeira categoria: **visão geral sobre o ensino de ciências e seus objetivos**. Para uma melhor apresentação e discussão sobre essa categoria, apresentamos abaixo as seguintes subcategorias que emergiram dos dados: “ampliação dos conhecimentos” e “aplicação no cotidiano”. Nelas, estão presentes as percepções sobre os objetivos do ensino dessa área.

A seguir, discutimos a subcategoria “ampliação dos conhecimentos”

Quadro 3: Subcategoria: Ampliação dos conhecimentos

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E5	Eu acho que é pra não ficar só a mesma, sabe? Pela evolução.	Ampliação dos conhecimentos	Fala que buscou responder porque o

			ensino de ciência é importante
E1	Faz a gente entender mais um assunto.	Ampliação dos conhecimentos	Fala buscando responder porque o ensino de ciências é importante
E17	Eu acho que essas aulas vai [sic] render muito... Conhecimento. Para todos. Que estão, né?	Ampliação dos conhecimentos	Fala sobre expectativas em relação à sequência didática

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Essas respostas surgiram do diálogo após a pergunta realizada sobre as expectativas deles em relação à realização da sequência didática e sobre qual seria a importância do ensino de ciências na escola. Nessa primeira subcategoria, observamos que os estudantes tendem a apresentar uma visão mais generalista de suas expectativas e também sobre suas visões a respeito do ensino de ciências.

Os estudantes emitem opiniões sobre o adquirir conhecimento e suas evoluções pessoais. Ao mesmo tempo em que podemos ver como positiva a curiosidade e a valorização dada por eles para as ciências como parte fundamental de seus desenvolvimentos, falta percebermos como esses conhecimentos são mobilizados dentro de uma sociedade complexa e estratificada.

Novamente, fica em aberto a função do ensino de ciências, que acaba se reduzindo a um acúmulo de conhecimentos ou informações abstratas. Além da subcategoria “ampliação dos conhecimentos”, os estudantes também se manifestaram em falas que enxergavam o ensino de ciências no que classificamos como “aplicação no cotidiano”, como explicitado abaixo:

Quadro 4: Subcategoria: Aplicação no cotidiano

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E1	Dia-a-dia, às vezes a gente usa. Ciência e qualquer coisa,	Aplicação no cotidiano	Estudantes buscando responder

	dependendo do dia, você usa ciência		sobre a importância das ciências para suas vidas
E6	Igual no carro, por exemplo? Quando estavam vidro fechado e chove, é tipo isso, né?	Aplicação no cotidiano	
E1	Às vezes tem aula de biologia sobre a anatomia do corpo humano, essas coisas que ajuda a gente a ter um conhecimento sobre si mesmo.	Aplicação no cotidiano	

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Já na subcategoria “aplicação no cotidiano”, os estudantes são mais específicos sobre a importância que atribuem ao ensino de ciências. Para eles, a importância do ensino de ciências reside na sua aplicabilidade em seus cotidianos.

Isso nos remete a uma contextualização dos conteúdos com questões do dia-a-dia. Porém, ao mesmo tempo, percebemos que os exemplos trazidos pelos estudantes remetem a situações isoladas e de aplicações mais automáticas sobre o ensino de ciências. Ou seja, as aplicações giram mais em torno dos fenômenos desconectados das suas relações sociais e culturais.

Obviamente, a percepção dos conteúdos científicos nas diversas atividades diárias é algo relevante e também um dos objetivos do ensino de ciências que muitos autores almejam. Porém, a ausência dessa relação nas questões que envolvem as contradições sociais vividas reforça o afastamento desses conteúdos das complexas teias de relações sociais em que vivemos.

Desse modo, a própria maneira como se busca contextualizar reflete a opção sobre qual ensino de ciências tenta se desenvolver. Se o objetivo é desenvolver um ensino de ciências baseado na apreensão dos conteúdos, a contextualização aparece como elemento auxiliar e facilitador da aprendizagem. Porém, quando o objetivo é relacionar os conhecimentos científicos e tecnológicos e suas relações complexas e dialéticas com a sociedade e o ambiente, podemos entender a contextualização como elemento central, ou seja, como o processo de ensino e

aprendizagem que ocorre na relação educador e educando é “mediatizado pelo mundo”.

Desse modo, para o ensino de ciências que defendemos aqui, é necessário que a escolha dos temas e das maneiras como eles surgem no cotidiano dos estudantes seja direcionada para a problematização de suas condições de vida, não sendo reduzidas apenas à explicação de fenômenos ou de curiosidades científicas. Seguindo nossa discussão, observamos também a subcategoria “democratização do conhecimento/intervenção social”, como apresentada abaixo:

Quadro 5: Subcategoria: Democratização do conhecimento/Intervenção social

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E7	Quanto mais você vai passar isso, mais gente vem conhecendo isso. E até... E até mesmo a gente pode passar esse conhecimento, entre aspas, para as outras pessoas.	Democratização do conhecimento/ Intervenção social	Estudante respondendo sobre suas expectativas em relação à sequência didática
E7	Então vamos ser sincero, vamos reclamar. É prefeito, ô prefeito é uma b****, uma b****. Não faz p**** nenhuma. Só faz quando tá perto de... de eleição, mas o povo também tem que se ajudar.	Democratização do conhecimento/ Intervenção social	Essa fala do estudante se dá em contexto de diálogo sobre a importância das ciências na discussão de problemas sociais
E2	Eu acho legal, mesmo sabendo que eles nunca vai [sic] pôr isso em prática, a não ser que a gente coloque, né? Os próprios morador [sic], mas eu acho legal, tipo. A gente pensar nos	Democratização do conhecimento/ Intervenção social	Estudante respondendo sobre o que achou da sequência didática e dos

	negócios assim, para a gente conseguir resolver os trem assim das enchentes, eu acho legal a gente captar, parando para pensar no que a gente poderia utilizar para parar pelo menos um pouquinho.		conhecimentos ali discutidos
--	--	--	------------------------------

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Foi possível também observar que os estudantes sugeriram como objetivos do ensino de ciências a democratização do conhecimento. Nesse caso, eles reconheciam a importância de que aqueles saberes da educação formal fossem utilizados em outros locais e também a função deles em ser parte dessa democratização de conhecimentos.

Essa perspectiva vai ao encontro de Martins (2022), que reforça o fato de o conhecimento ser um importante bem público. A autora discute essa ideia à luz das tendências financeiras que operam nos momentos de decisão sobre quais pesquisas merecem recursos. Ou seja, a obtenção de lucro se torna prioridade na definição dessas pesquisas, e os resultados delas acabam tendo um caráter privado.

Além dessa percepção sobre a democratização do conhecimento, eles também indicaram a importância do conhecimento nos processos de intervenção social. Como na fala assinalada acima do estudante E2, ele busca construir a importância dos conhecimentos da ciência e tecnologia para a resolução de um problema, mesmo que de modo parcial.

Isso reforça a perspectiva de tomada de decisão de Santos e Mortimer (2002), bem como também abre espaços para a crítica à pós-participação da agenda de pesquisas na qual vivemos (Auler, 2021; Auler e Delizoicov, 2015).

4.1.2 Metodologia e desenvolvimento das aulas de ciências

Nessa categoria estão incluídas as falas dos estudantes que emergiram a partir de suas reflexões sobre como o ensino de ciências deveria se desenvolver. Desse modo, os estudantes demarcam suas percepções sobre o ensino de ciências

a partir das vivências que consideraram exitosas ou não, dando pistas sobre como esse tipo de ensino pode tornar-se mais atrativo para eles.

Para o estudo das percepções dos estudantes foi possível identificar quatro subcategorias: diversificação das aulas, aulas de campo, atividades práticas e diálogo.

Essas reflexões são fundamentais, ainda mais quando pretendemos construir um ensino de ciências participativo, onde a organização das aulas pode e deve ser coletiva, além da própria definição do currículo.

Quadro 6: Categoria: Metodologia e desenvolvimento das aulas de ciências

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E1	Eu acho que a escola precisa de mais de aula, assim, sinceramente, porque é tirar a gente desse ciclo repetitivo da escola dentro de sala	Diversificação de aulas	Estudantes responde sobre suas impressões em relação à sequência didática
E4	Ó, eu fiquei na esperança, professor... Eu fiquei chateado, eu fiquei na esperança da gente ir em algum lugar.	Aulas de campo	Estudantes responde sobre suas impressões em relação à sequência didática
E7	A gente tira umas fotos para dar umas estudadas a mais.	Aulas de campo/Investigação	Estudantes responde sobre suas impressões em relação à sequência didática
E7	Uma coisa assim que é, é bom mesmo para ajudar as pessoas a entender aquele assunto é a aula prática. Mostrar pra gente, fazer a pessoa pegar, entende?	Atividades práticas	Estudantes responde sobre suas impressões em relação à sequência didática
E19	Acho que tudo que você passar sobre vai ter um conhecimento, você vai ganhar conhecimento, os alunos vai ganhar conhecimento, todo mundo aqui vai sair ganhando dessa.	Diálogo	Estudante respondendo sobre suas expectativas em relação à sequência didática
E1	Porque tipo, também a aula fica dinâmica, não é só o professor que fala, o aluno também expressa a sua opinião e, talvez,	Diálogo	Estudante respondendo sobre suas expectativas em relação à

	alguma dúvida? E vamos dizer que cada um vai alimentando com o outro. Às vezes a gente é aluno, tem pouco conhecimento entre aspas, com a ajuda do professor vocês já ajudam muito tendo esse diálogo.		sequência didática
--	--	--	--------------------

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A subcategoria "diversificação das aulas" surgiu em especial no segundo grupo focal. Ao serem perguntados sobre suas percepções da sequência didática, eles destacaram que esse conjunto de aulas os tirou do lugar comum da sala de aula. Esse destaque foi dado tanto ao fato de as aulas terem sido realizadas no laboratório como também ao fato de termos utilizado diversos ambientes da escola, como nos momentos de separação em grupos, em que eles puderam escolher os locais onde se reuniram para estudar o tema e preparar suas apresentações.

Essa diversificação também pode ser entendida como as diversas metodologias que utilizamos, como a organização em grupos para o estudo dos temas ou ainda o fato de eles terem a responsabilidade de apresentarem os conceitos em muitos momentos. A realização da roda de conversa com personagens externos à escola também foi um dos bons momentos ao longo da sequência didática.

Em termos de sugestões, foi interessante um dos estudantes ter destacado a ausência das aulas de campo como suporte para o desenvolvimento do nosso tema. Em outro ponto, alguns estudantes chegaram a sugerir o Parque Municipal Jacques Cousteau como um local que valeria a pena ter visitado.

Além disso, a fala da estudante E7 remete à uma atitude investigativa, sugerindo uma possível atividade, mesmo que de modo vago. O que pode nos levar a refletir que a sugestão de aulas de campo vai além da vontade de estar em um outro espaço de aprendizagem, mas também de viver outras experiências educativas. Curioso também notar que a sugestão da aula de campo foi de um local próximo à escola e diretamente relacionado ao tema da preservação ambiental, que era fundamental em nossa sequência didática.

No segundo grupo focal, também foi muito evidente o surgimento dos elogios e do reforço da importância das aulas práticas no ensino de ciências. Nesse ponto, é válido lembrar que toda a sequência didática foi desenvolvida dentro do

componente curricular de Práticas Experimentais que compõem a matriz curricular no Ensino Médio de Tempo Integral de Minas Gerais.

Acreditamos que a inserção de atividades experimentais é fundamental em quaisquer contextos do ensino de ciências, e na articulação CTS/CTSA com Freire que aqui defendemos não seria diferente. Ao mesmo tempo, também precisamos frisar que, nesse contexto, as práticas devem ganhar um contorno bem mais amplo do que a simples demonstração de conceitos. Pelo contrário, elas devem também se comunicar com o tema e também com os elementos sociais que estão em torno da aula.

Gurgel (2007), em artigo que buscou discutir como a educação CTS pode ser desenvolvida tanto no âmbito das ciências da natureza, quanto no âmbito das ciências humanas, defende a utilização das práticas experimentais em contexto diferente do que é comum na educação tradicional. Para a autora, “contar apenas a história de como foram realizadas as investigações aos alunos, não os torna sujeitos reais da investigação realizada”, sendo necessário, assim, que o professor, em sua atividade de mediação da sala de aula, transforme as práticas em situações-problema de perspectiva interdisciplinar e investigativa.

Pedroso e Araujo (2022) utilizaram a experimentação como uma das metodologias de desenvolvimento de uma sequência didática que tinha como eixo norteador a educação CTS. Embora eles tragam em seus resultados algumas pistas sobre como a experimentação também se comporta em uma educação de viés CTS, em especial no processo de contextualização dos experimentos utilizados, fugindo do simples caráter demonstrativo, vemos que ainda carecemos de mais discussões e trabalhos que conectem de modo mais orgânico a experimentação na educação básica como uma articulação CTS/CTSA com a Freire.

Por fim, a última subcategoria que surgiu nesse contexto foi a que chamamos de diálogo. As falas dos estudantes discorreram sobre a importância de, no momento das aulas, haver uma troca entre professores e estudantes, reivindicando também para eles mesmos um protagonismo na construção do processo educativo.

Quando o estudante E19, em sua fala em direção ao professor, diz que “(...) você vai ganhar conhecimento, os alunos vão ganhar conhecimento”, ele evidencia que aquela relação não pode ser “bancária”, ou seja, de depósitos dos conhecimentos do educador no educando, sugerindo assim uma troca.

O estudante E1 também reforça essa percepção ao dizer que “(...) um vai alimentando o outro”. Esse mesmo estudante coloca entre aspas sua frase da falta de conhecimento dos alunos, sugerindo que essas lacunas não significam uma ausência total de contribuição deles, encerrando sua fala com a valorização da construção do conhecimento através do diálogo com o professor. Por fim, aqui não utilizamos o diálogo no sentido freireano estrito apenas, até porque não acreditamos que os estudantes tenham tido contato com essa categoria. Mas utilizamos como possibilidade de construção de articulação e trabalho coletivo em sala de aula entre estudantes e professor como reivindicação e sugestão dos próprios estudantes, premissa que também vemos em outros autores como Auler e Delizoicov (2015) e Nascimento e Von Linsingen (2006).

4.1.3 Educação CTS/CTSA em articulação com a pedagogia freireana

Nesse tópico, apresentamos as reflexões dos estudantes onde percebemos a presença dos pressupostos da articulação da educação CTS/CTSA com a pedagogia freireana, tanto em termos de aparições claras quanto em termos de possibilidades de aprofundamentos. Desse modo, ao tentarmos responder à questão sobre a visão dos estudantes a respeito do ensino de ciências, queremos trazer as lupas da articulação que é central em nosso referencial. No quadro abaixo, destacamos duas falas retiradas de diálogos no momento da discussão a respeito da conexão entre os conteúdos de ciências e as questões sociais que os estudantes vivenciam. Nesse caso, suas falas se apresentam através da subcategoria que denominamos de “dúvidas sobre conexões CTS/CTSA”.

Quadro 7: Subcategoria: Dúvidas sobre conexões CTS/CTSA

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E2	Que é que o inseto tem a ver nessa p****?	Dúvidas sobre as conexões CTS/CTSA	Estudante se questionando sobre a aplicação do conteúdos em relação aos

			problemas sociais.
E2	Ah, pessoal, agora eu não sei o que é que aveia ¹⁰ no copo vai fazer no dia a dia não, mas eu acho que é mó legal você dar um murro naquele trem lá	Dúvidas sobre as conexões CTS/CTSA	Estudante cita experimento sobre fluidos newtonianos e como não vê relação com os problemas sociais.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Na primeira fala, o educando E2, ao ser questionado sobre a aplicação dos conteúdos de ciência em relação aos problemas sociais, começou a refletir sobre o conteúdo que havia estudado em sala de aula. Sua fala refere-se ao fato de estarem estudando sobre insetos na disciplina de biologia. Ele, imediatamente, começa a refletir sobre qual seria o vínculo desse conteúdo com os problemas sociais de sua realidade. Isso pode nos revelar como os conteúdos ainda vêm sendo trabalhados de modo desconexo com a realidade dos estudantes, em especial, com o envolvimento desse conhecimento com os grandes problemas sociais que temos. Já na segunda fala, ele se refere a um experimento feito na aula de práticas experimentais, onde foi feita uma mistura de água com amido de milho a fim de replicar um fluido não newtoniano. A experiência aparentemente marcou o estudante pela curiosidade causada por ela.

Freire (2019) explica que, mesmo em um contexto de educação bancária e desumanizadora, a curiosidade dos educandos leva ao questionamento desse próprio modelo de educação. Segundo Freire (2010), os estudantes, ao problematizarem, “descobrem que pouco sabem de si” e, desse modo, “se inquietam por saber mais”. Sendo assim, para que os estudantes percebam sentido nos conteúdos, eles precisam observar o vínculo daquele conhecimento nos próprios conflitos socioambientais que vivenciamos.

Como, por exemplo, o mosquito da dengue causa grande quantidade de mortes anualmente em nosso país, ou ainda entender como está o processo de universalização da vacina para essa doença. Seria também muito rico refletir sobre o ciclo de vida das abelhas e como a ameaça à sua existência pode interromper

¹⁰ Estudante confundiu a aveia com o amido de milho, que é utilizado na experiência citada.

cadeias locais e globais da reprodução da vida. Ou ainda, pode ser feita uma discussão de fluidos não newtonianos a partir do comportamento do sangue em uma aula sobre saúde pública e seus impactos na prevenção de diversos tipos de doenças.

Citamos essas questões apenas como exemplos que demonstram essas aberturas que os estudantes podem estar aptos a explorar. Seguindo nossa discussão, também foi possível destacar a subcategoria “utilização da ciência para bem-estar social”, como discutimos a seguir.

Quadro 8: Subcategoria: Utilização da ciência para bem-estar social

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E4	Adaptação né. Você vê, em Valência, pô, os caras tiveram um problema. Uma semana e um mês depois já tinha resolvido. Agora aqui no Brasil, não. No Brasil, vive uma realidade social diferente. Então aí você vê que cada sociedade, sem a evolução que é necessária, vai se fo**ndo mais e mais a cada momento.	Utilização da ciência para bem-estar social	Estudante em resposta à questão sobre a relação das ciências com os problemas sociais

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Já a segunda fala reflete sobre um contexto mais geral, onde o estudante busca refletir como a ciência e as tecnologias atuam em diferentes contextos socioeconômicos. No caso, ele compara como as enchentes foram tratadas na cidade de Valência, na Espanha, e como são tratadas no Brasil, em especial, a partir de sua experiência em Belo Horizonte.

Autores como Thomas; Dagnino e Davyt (1996) discutem como o desenvolvimento da ciência e tecnologia ocorreu nos países centrais da Europa e nos Estados Unidos e suas diferenças para esse desenvolvimento na América Latina. Para o autor, essa diferença fez surgir o PLACTS, como já discutimos anteriormente. O fato de o estudante fazer essa comparação remete ainda a esse

elemento claro de diferenciação sobre a utilização da ciência e tecnologia em diferentes partes do mundo.

Porém, é importante salientar a discussão de Santos e Mortimer (2002) sobre a relação à mitificação das ciências e das tecnologias como caminhos automáticos para a solução dos problemas. Ou seja, reconhecer as desigualdades socioeconômicas no desenvolvimento das CT não pode significar necessariamente uma exportação de ideias dos países desenvolvidos para contextos latino-americanos, como é o brasileiro (Thomas, Dagnino e Davyt, 1996); Conrado, 2017). Essa reflexão nos leva à subcategoria seguinte, onde destacamos falas que se encaixam em “aplicações tecnológicas e seus impactos”. Destaca-se que as falas abaixo constituem um diálogo entre os estudantes, ao contrário dos demais quadros que possuem falas pinçadas das discussões do grupo focal. Vejamos:

Quadro 9: Subcategoria: Aplicações tecnológicas e seus impactos

Educando	Unidade de Contexto	Subcategoria	Observações
E6	Eu acho que, com o passar do tempo, depois de alguns anos, até entre aspas, a tecnologia vai mudar o jeito de agir no mundo. Vai mudar. Então eu acho que nessa questão do lixo, vai organizar mais depois de um tempo, tipo, vai ter uma nova forma de não poluir.	Aplicações tecnológicas e seus impactos	Diálogo que surgiu no momento final da sequência, após a pergunta sobre sugestões ou críticas à sequência didática
E7	Pra andar na rua, fica muita gente varrendo a rua. Podia criar um robô?	Aplicações tecnológicas e seus impactos	
E6	la acabar um trabalho, tipo um trabalho. Tipo um trocador de ônibus?	Aplicações tecnológicas e seus impactos	
E2	É mano. E muita gente ia ficar desempregado.	Aplicações tecnológicas e	

		seus impactos	
--	--	---------------	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Esses trechos de diálogo entre os estudantes ocorreram ao final do segundo grupo focal, quando os estudantes começaram a se perguntar sobre possíveis saídas para o problema do lixo, que, ao longo da sequência didática, apareceu também como uma das causas das enchentes. Notamos que inicialmente existe uma tentativa de resolver o problema a partir da aplicação de algum recurso tecnológico.

Porém, logo após, existe um questionamento sobre o impacto social dessa tecnologia. Ou seja, nesse diálogo, percebemos a reflexão sobre a crítica feita por Santos e Mortimer (2002) de que o bem-estar social não ocorre apenas sobre o acúmulo de mais ciência e tecnologia de forma linear. Por fim, apresentamos a última subcategoria que denominamos de “relação CT com os problemas sociais”, como explicitado abaixo:

Quadro 10: Relação CT com os problemas sociais

Educando	Unidade de contexto	Subcategoria	Observações
E1	Acho que sim, porque acho que uma até entrelaçada com a outra. Uma não conseguiria explicar a outra, sabe? Assim, conseguiria prosseguir sem a outra. Pode falar que existiram não. Só que consegue ser mais exato com as precisões do que a do que as exatas falam	Relação CT com os problemas sociais	Estudantes buscando responder sobre a relação entre as ciências da natureza e os problemas sociais. Na resposta ele faz utiliza a ideia de ciências humanas e exatas para responder à questão
E16	Porque às vezes, supondo que é uma crise climática, é, eu acho que as exatas vai tipo, vai dar, vai tipo assim, vai estudar o que está	Relação CT com os problemas sociais	

	acontecendo e tipo assim, tipo assim, as relações sociais, vai, vai dizer o problema, vai tentar comunicar e entrar em um acordo para tentar resolver o problema que as exatas descobriu assim.		
--	---	--	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Ao serem questionados a respeito da relação entre os conteúdos das ciências e os problemas sociais, os estudantes demonstraram uma dificuldade de conectar essas duas perspectivas. Mesmo assim, eles tentaram fazer isso relacionando as descobertas que as pesquisas nas áreas das ciências da natureza com a identificação de certos problemas, ficando a cargo apenas das ciências humanas suas resoluções.

Essa visão, que nos parece um pouco utilitarista da ciência e tecnologia, reforça a importância de termos uma abordagem cada vez mais interdisciplinar de educação. A perspectiva excessivamente disciplinar leva ao fortalecimento de estereótipos sobre cada tipo de conhecimento. Nesse caso, podemos inferir que os estudantes presentes no grupo focal veem as ciências da natureza como ciências exatas, relacionadas com números e saberes mais mecânicos e neutros, cujos resultados não estão imbuídos de valores.

Ao mesmo tempo, quando estabelecem que as ciências humanas são responsáveis por resolverem os problemas, eliminam o fato de que esses conhecimentos também se originam de pesquisas que foram articuladas também a partir do pensamento científico, contando também com o rigor científico como eixo de suas práticas.

4.2 Desenvolvimento da sequência didática

Nesta seção, analisaremos o desenvolvimento da sequência didática a partir do referencial da articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana. Para tanto, destacamos determinadas falas dos estudantes ao longo dos encontros que nos dão indícios de como essa articulação emerge nesse tipo de ensino de ciências que defendemos.

Apresentaremos essa discussão a partir da análise do primeiro, terceiro, quarto e quinto encontros.

4.2.1 Primeiro Encontro

Iniciamos o Primeiro Encontro explicando novamente aos estudantes quais eram os objetivos da sequência didática. Além disso, distribuimos aos estudantes uma versão impressa do Caderno do Estudante, que faz parte de nossa sequência didática e integra o produto educacional que elaboramos.

Após esse primeiro momento do encontro, reproduzimos para os estudantes os vídeos previstos na sequência didática que tiveram a função de motivar e abrir as discussões sobre as enchentes. A partir da reprodução dos vídeos, conseguimos observar, assim como no grupo focal, que o tema estava diretamente vinculado ao cotidiano dos estudantes, como vemos abaixo.

Quadro 11: Relatos dos estudantes sobre as enchentes

Educando	Fala	Observação
E16	Qualquer chuvinha forte fica até o meio ali, mano. E dá medo, dá medo.	Relatos sobre as enchentes
E2	A amiga da minha avó já perdeu coisas na enchente.	Relatos sobre as enchentes
E3	Ô, professor, o meu pai quase perdeu o carro nessa enchente aí. (...) Ele estava trabalhando na casa do advogado dele, aí ele estava no estacionamento assim. Aí o advogado dele falou para ele tirar o carro lá, alguma coisa. Ele foi lá e tirou. Aí, uns 2 minutos depois, encheu já... tinha enchido assim.	Relatos sobre as enchentes

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Nota-se que a relação que os estudantes estabelecem com o problema socioambiental de sua região, tomado como eixo temático da sequência didática, é automática. Conrado (2017) sustenta a importância de que os eixos temáticos

estejam vinculados à realidade local das comunidades. Ao defender a aplicação de questões sociocientíficas no contexto da educação CTSA, ela acredita que o estudo sobre situações que envolvam o sofrimento dos grupos envolvidos pode desenvolver a criticidade dos estudantes.

Além disso, segundo a autora, isso pode facilitar seu envolvimento, desde os momentos de discussão e percepção sobre os diversos processos envolvidos, até sua tomada de decisão. Esse envolvimento é um elemento fundamental para que os estudantes vejam de forma significativa esse conjunto de aulas, tanto no que concerne ao aprendizado dos conceitos que serão desenvolvidos, como principalmente, para articulá-los com o eixo central que propomos.

Ao lado dessa percepção, os estudantes começaram a esboçar suas primeiras ideias a respeito das causas das enchentes, a partir da provocação do professor.

Quadro 12: Explicações iniciais sobre o problema das enchentes

Educando	Fala	Observação
E7	A humanidade, lixo, lixo. Outro dia vi um sofá dentro do rio? Aí o povo quer que não quer que transborde?	Respondendo a quem deveria ser atribuído à causa das enchentes.
E16	Às vezes, quando quando essa saída é... já estão entupidas, já não tem como sair. E aí alaga	Tentando explicar porque a culpa dos alagamentos são das pessoas que jogam lixo na rua.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A primeira percepção dos estudantes a respeito da culpa das enchentes foi atribuída ao acúmulo de lixo nas ruas e à falta de consciência ambiental e de sociabilidade coletiva das pessoas. Essa constatação parte do momento que o estudante E7 culpa a “humanidade” por jogar lixo no rio, atribuindo a este ato a existência das enchentes.

Essa foi a principal resposta em um primeiro momento. Porém, sabemos que, no caso das enchentes de nossa região, o entupimento de bueiros tem pouca

influência, visto que as enchentes se dão pelo transbordamento do rio que foi canalizado e pelo fato das margens naturalmente alagáveis terem sido ocupadas pela avenida Tereza Cristina e por moradias e estabelecimentos comerciais ao longo de todo o rio.

Mesmo assim, provavelmente devido à divulgação de matérias jornalísticas sobre o tema de outras localidades, isso ficou registrado na reflexão concreta dos estudantes.

Após essas primeiras respostas, o professor questionou os estudantes e suas linhas de raciocínio, entregando, em seguida, para que fosse lido, o texto “*Chuvas que devastaram cidades mineiras em 2020 já são efeitos das mudanças climáticas, diz estudo*”¹¹. Após a leitura do texto, foi feita uma discussão sobre a percepção dos estudantes sobre o conteúdo do texto.

Quadro 13: Percepção dos estudantes na relação mudanças climáticas x enchentes

Educando	Fala	Observação
E13	Mas aí o que é que pega. A água corre, né? Então quando enche demais, já tem que encher mesmo, né não? (...) E sempre quando chovia assim, sempre alaga assim. Quando chovia para caramba.	Estudante refletindo sobre o porque o rio transborda em termos de um fenômeno natural
E18	Acho que afeta. Afeta porque quando o clima está fora do normal, vem uma chuva muito grande.	Tentando explicar a causa das enchentes e respondendo a seu colega e ao professor sobre como as mudanças climáticas interferem nas enchentes.
E1	Eu falei por causa do tempo de seca, aí faz a chuva vir	Explicando quais fatores climáticos afetam a questão

¹¹ Esse texto está presente no Caderno do Estudante. Acesso em: <https://agencia.fapesp.br/chuvas-que-devastaram-cidades-mineiras-em-2020-ja-sao-efeito-das-mudancas-climaticas-diz-estudo/36627>

	bem mais forte que resulta na enchente.	das enchentes nas cidades.
E14	Ainda a mesma!	E14 em resposta à seguinte questão do professor: “A partir da leitura dos textos que discute as mudanças climáticas, vocês ainda acham que o lixo é a principal causa das enchentes?”

Fonte: Elaborada pelo próprio autor

Nota-se que existe uma variação maior sobre as respostas dadas após a leitura do texto. Enquanto existem estudantes que mantêm suas respostas iniciais, corroborando que o lixo é a grande causa das enchentes, já temos outras avaliações.

O estudante E13, em sua fala, reflete sobre como a questão das enchentes é um fenômeno natural, que já tem uma tendência a acontecer a partir do movimento natural das chuvas. Já E1 e E18, por sua vez, começam a dar um peso maior aos efeitos da crise climática como elementos que acentuam o problema das enchentes nas grandes cidades. Essa disparidade mostra inicialmente como, por mais que as mudanças climáticas e os eventos extremos estejam cada vez mais presentes em nosso cotidiano, ainda não são reconhecidos imediatamente como parte dos problemas sociais que vivenciamos ou ainda como agravantes deles.

Tal constatação pode reforçar as reflexões de Luz, Queiroz e Prudêncio (2019) e Kauano e Marandino (2021) que abrem as possibilidades para aproximações da articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana e a educação ambiental. Essa aproximação parece cada vez mais urgente, em especial quando observamos o avanço da degradação do ambiente em que vivemos.

No fim do Primeiro Encontro, realizamos a primeira prática experimental que consistia numa observação do efeito de correntes de convecção em um aquário onde eram misturadas uma porção de água aquecida tingida de vermelho próxima à temperatura de ebulição da água e uma porção de água resfriada com gelo e tingida de azul, próximo a temperatura de fusão da água.

Abaixo estão algumas tentativas de organização do conceito de correntes de convecção, abordado na prática experimental, com a formação das nuvens e da chuva e, conseqüentemente, com os eventos climáticos que foram discutidos ao longo da aula.

Quadro 14: Percepções dos estudantes em relação ao experimento

Educando	Fala	Observação
E7	A água quente evapora e faz a chuva? Aí eu chuto isso, que a água quente sobe e aí faz a nuvem, eu acho, entendeu?	Em resposta a qual a relação entre a convecção e a chuva.
E17	Depois que elas se misturam, a água fica com temperatura ambiente, né?	Explicando o experimento realizado.
E7	Um tempo ela vai se misturar, né? Vai voltar a temperatura normal? Não. Eu acho que entre 30 a 40 minutos, que por enquanto as duas tem a temperatura, tá? Então nem misturou direito elas, vai misturando de pouquinho a pouquinho.	Explicando o experimento realizado
E17	Eu coloquei o que eu vi que tipo assim, a água vermelha. Quando ela está muito quente, ela não se mistura com água azul. Que água azul desce e água vermelha sobe para a superfície.	Explicando o experimento realizado

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Essas falas revelam que foi possível aos estudantes vincularem a prática experimental realizada com um elemento importante para o avanço da compreensão do tema que era o centro da sequência didática. Nesse caso, conseguir identificar a existência do fenômeno da convecção com a formação das nuvens. Ao mesmo tempo, nos pareceu mais precário uma segunda compreensão que achávamos importante nesse momento, que era a relação do fenômeno da convecção com o movimento nas nuvens e de diferentes massas de ar na atmosfera, relacionando também com o fato do aquecimento global alterar esses ajustes da natureza.

Essa observação nos remete novamente à necessidade de captar elementos da pedagogia freireana em relação à redução temática e a necessidade de uma equipe interdisciplinar para a realização dela. Embora não tenhamos utilizado de tal método para a escolha do tema pelos motivos já explicados anteriormente, devemos reconhecer a importância desse processo e como a ausência dessa equipe pode por muitas vezes dificultar o processo de escolha dos conteúdos e de como ele pode mobilizar conhecimentos para a compreensão do problema presente no tema abordado.

Nesse caso vemos que conteúdos da Geografia são necessários, vinculados ao conceito de convecção, que em geral estão presentes na Física. A ausência de uma compreensão maior dos elementos da primeira disciplina dificultaram o objetivo que esperávamos da prática.

De qualquer modo, essa experiência colaborou para o processo de estabelecimento pelos estudantes de relação do conceito científico com o tema em discussão, ainda que de modo parcial. Isso ampliou o potencial de maiores explorações e aprofundamento sobre a temática da sequência didática. Nesse processo, identificamos sinais de envolvimento dos estudantes com o assunto abordado e de participação intensa nos momentos de discussão coletiva. Isso se deu de forma similar em ambas as turmas.

4.2.2 Terceiro Encontro

Inicialmente, em nosso planejamento para o terceiro encontro, havíamos proposto a participação de um professor aposentado da Universidade Federal de Minas Gerais que atuou no Projeto Manuelzão, que é referência na cidade de Belo Horizonte em diversas questões ambientais. Devido a conflitos de agenda,

recorremos a outras convidadas que também puderam contribuir bastante com nosso tema.

Participaram, então, do terceiro encontro duas convidadas que atuaram como facilitadoras na roda de conversa que estava prevista em nosso planejamento. Uma das facilitadoras é mestre em Urbanismo pela Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e atualmente está desenvolvendo seu doutorado na Universidade Federal de Minas Gerais. A segunda facilitadora é uma ativista social que, atualmente, dedica-se à construção de hortas comunitárias em regiões periféricas da cidade de Belo Horizonte.

Ambas as facilitadoras debatem a questão da enchentes em suas respectivas atividades. Enquanto a primeira faz essa discussão a partir de sua pesquisas sobre a construção urbanística, a segunda faz a partir da sua prática de construção de hortas comunitárias e impactos dos movimentos das chuvas e da água na cidade.

Buscamos nomear essa atividade como roda de conversa e não como palestra, inclusive organizando o espaço em círculo para transformá-lo em um local de troca de ideias e aprendizados múltiplos. Combatendo, assim, a visão de que as convidadas eram especialistas e, portanto, proprietárias do conhecimento a ser repassado.

Para a organização da roda de conversa, fizemos a escolha de realizá-la com as duas turmas juntas. Para tanto, reservamos o espaço da sala de vídeo da escola e contamos com o apoio dos professores que organizaram seus horários para que as turmas estivessem simultaneamente na discussão.

A roda de conversa ocorreu com uma abertura das duas facilitadoras, seguida de uma rodada de opiniões, perguntas e comentários dos estudantes e de alguns professores que também solicitaram participar desse momento. Abaixo, destacamos as principais impressões dos estudantes nesse momento.

Quadro 15: Propostas de soluções dos estudantes

Educando	Fala	Observação
E4	A canalização não, não deixou um padrão perfeito para tipo assim... Você falou que o Rio quando sobe aí da enchente. Com a canalização do rio	Nessa fala o estudante indaga a facilitadora sobre o porquê da canalização não ter resolvido o problema das

	não, não ajeita o fluxo e fica correto para seguir a cidade sem dá enchente, não.	enchentes.
E6	Encontrar, acho que o lugar que sai esse rio e abrir mais.	O estudante busca refletir sobre as saídas para o problema da enchente a partir da provocação da facilitadora da roda de conversa.
E1	Afundar Tereza Cristina um pouco mais, não dá não? Já que tipo, não dá pra abrir espaço?	O estudante busca refletir sobre as saídas para o problema da enchente a partir da provocação da facilitadora da roda de conversa.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Em um primeiro momento, os estudantes sentiram-se provocados a pensar em soluções possíveis para a questão das enchentes na região. Nota-se que os projetos pensados pelos estudantes agridem ainda mais a natureza e a forma do rio, numa busca de modificá-la para a livre utilização dos seres humanos.

Essa perspectiva foi historicamente hegemônica a partir da lógica econômica desenvolvimentista e de utilização predatória da natureza (Martins, 2022). Não à toa, isso tem reflexos na formação sociocultural dos estudantes. Por isso mesmo, iniciativas que busquem discutir a intervenção humana sobre o ambiente de maneira sustentável e trazendo outras éticas de relações são tão importantes.

Quadro 16: Reflexões políticas sobre a questão das enchentes

Educando	Fala	Observação
E1	Então, digamos que igual vocês falam, solução tem, o que que falta então fazer para...	O estudante indaga as facilitadoras sobre porque não são realizadas políticas públicas de mitigação sendo que existem tecnologias para isso.

E1	É porque eu acho que, por exemplo, onde pessoas de alta renda mora, não tem problemas como como tem, por exemplo, a Tereza Cristina da tubulação da enchente, entupir. Essas coisas não acontecem porque lá tudo está em dia. Está tudo bem feito na hora, né? É isso que eu imagino.	Em seguida o mesmo estudante a partir da provocação da facilitadora tenta responder sua própria pergunta, refletindo em especial sobre as desigualdades sociais.
----	---	--

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Pelas falas acima, notamos que a roda de conversa possibilitou aos estudantes fazerem uma reflexão mais política a respeito das motivações que levam à falta de políticas públicas sobre a questão das enchentes na região deles.

Na primeira resposta, vemos uma certa surpresa do estudante em saber que já existem soluções consolidadas em relação às enchentes. Ele então começa a perguntar por que elas não são aplicadas na cidade. Vemos que, em um primeiro momento, ele culpa a estratificação social, percebendo que a região em que eles vivem é mais pobre e mais carente de políticas públicas do que outros locais, questionando assim se o tratamento a esse problema seria o mesmo caso a região onde eles moram fosse mais nobre.

Antes de nos determos nessa fala, vale pontuar que nesse momento ainda não foram discutidas com profundidade as possíveis soluções que escolhemos apresentar nesta sequência didática. Nesse encontro, as facilitadoras citaram que existem tecnologias e projetos exitosos de combate às enchentes, sem, no entanto, especificá-los. Desse modo, a provocação que o estudante teve está atrelada à informação da existência, mas não dos detalhes dessas tecnologias e experiências.

Esse detalhamento e estudo foi realizado no penúltimo encontro, que foi dedicado ao estudo dessas soluções. Mesmo assim, o fato de saber da existência delas já deixou o estudante intrigado.

Esse estranhamento provavelmente está atrelado ao fato da normalização da situação em sua região. Ou seja, já estão tão recorrentes as enchentes que essa parece uma situação irremediável. O que ocorreu na aula, em termos freireanos, foi que os estudantes enxergam esse “desastre natural” como uma situação-limite (Freire, 2019) e começam a questioná-la.

Esse questionamento retornou no quinto encontro. Aqui, ainda vale destacar que, embora essa discussão gere um questionamento crítico sobre suas condições e sobre o problema que estamos discutindo, podemos dizer que falta ao estudante uma resposta mais completa, que poderia passar pela própria hidrografia da cidade, visto que existem rios que transbordam em áreas nobres, mesmo que com menor frequência.

Essa visão mais ampliada foi tocada pelas facilitadoras, bem como sobre a política de construção urbana de Belo Horizonte, marcada pela adaptação da cidade para os automóveis, com sua consequente impermeabilização. Desse modo poderíamos ter abertos mais espaços para uma discussão mais aprofundada que iria para além das desigualdades sociais mais aparentes e refletisse sobre a própria lógica de construção da cidade feita para o lucro e circulação de mercadorias.

Essa discussão abre possibilidades para a reflexão sobre como a ciência e a tecnologia entraram nesse processo de construção e qual o papel da participação social nessa orientação. Ou ainda, poderíamos perceber uma ausência dessa participação democrática, como apontam Auler e Delizoicov (2015).

Quadro 17: Proposta de intervenção sociopolítica dos estudantes

Educando	Fala	Observação
E1	É a voz ativa, eu? Acho... Isso é preciso mais de voz ativa. Não só tipo... um lugar importante, mas ali na esquina, tá ligado. Você tem que... uma hora que você passar pela rua e você vê alguém falando: ó, está muito seco, isso aí podia melhorar.	O estudante responde à pergunta da facilitadora sobre o que deve ser feito por parte dos estudantes e população para resolver o problema das enchentes.
E5	Eu acho que uma das principais causas do meu consumismo excessivo, porque produz o lixo, aí as pessoas passam fome, aí	A estudante responde à pergunta da facilitadora sobre o que deve ser feito por parte dos estudantes e população para resolver o

	tem que fazer massa de produção de alimento, que dá o agrotóxico e coloca assim. Por isso tem que também educar, o ser humano, de educar ele em questão disso.	problema das enchentes.
E2	Eu falei, tem que “explodir” alguma coisa aí mesmo (risadas), mas podia pelo menos dar uma manifestaçãozinha lá, porque já que não quer ajudar nós aqui, bora lá no circo, lá fazer a manifestação.	O estudante responde à pergunta da facilitadora sobre o que deve ser feito por parte dos estudantes e população para resolver o problema das enchentes.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Nessas falas dos estudantes, conseguimos perceber que, a partir da pergunta da facilitadora sobre o que os estudantes podem fazer para resolver o problema das enchentes, existe uma série de respostas e perspectivas diferentes, que em nossa avaliação são complementares entre si.

A resposta de E1 está vinculada a um certo compartilhamento dos conhecimentos sobre os problemas sociais com sua comunidade e uma inquietação a esse respeito. E5 também sugere esse compartilhamento ao propor “educar o ser humano” para um consumo mais consciente. Porém, em sua fala, ela também traz uma mudança de postura individual em relação ao consumo e, conseqüentemente, à redução do lixo, que, na visão dela, é um elemento causador das enchentes.

Já o E2 traz para a discussão intervenções diretas e organizações das reivindicações também em termos de manifestações de rua como formas de pressão sobre os governantes a fim de tensionar as políticas públicas. Interessante notar que essas diferentes perspectivas de atuação, além de colocá-los enquanto indivíduos que podem realizar reais transformações sociais, também estabelecem um ambiente democrático de discussão sobre saídas para os problemas e processo de

organização. Esse espaço democrático é mais enriquecido na medida em que os conhecimentos científicos e tecnológicos permeiam as discussões, permitindo que os estudantes se empoderem em suas opiniões e, ao mesmo tempo, fortaleçam seus argumentos, percebendo também que os conhecimentos historicamente construídos devem estar a serviço de um bem-estar comum.

4.2.3 Quarto Encontro

No quarto encontro foram apresentados aos estudantes as soluções que já vem sendo utilizadas no Brasil e em outras partes do mundo na mitigação do problema das enchentes nos espaços urbanos. Abaixo, destacamos falas que avaliamos relevantes para os objetivos de pesquisa deste trabalho.

Quadro 18: Respostas dos estudantes ao primeiro contato com as soluções para o problema das enchentes

Educando	Fala	Observação
E11	É tipo um telhado, que drena a água, tipo uma esponja mesmo que drena a água e filtra a água também.	O estudante nesse trecho busca explicar o funcionamento do telhado verde.
E7	É, calma aí, você bugou eu [sic] agora. E, se eles não não puder [sic] construir... Tem o asfalto que que chupa a água lá para dentro. Porque não faz um certo lugar onde... Vamos supor que tenha um certo cantinho que vai jogar essa água para um outro lugar que não vai fazer mais enchente. Grandão, grandão, entendeu ó. Vai jogando assim para outro lugar, entendeu?	A estudante se esforça para pensar o que seria possível fazer com a água retida pelo asfalto permeável.
E7	A parte que não tem mais área verde quebra tudo, quebra tudo. Não na casa dos outros. Faz o parque para dar uma amenizada que é mais coisa verde, que	A estudante tenta combinar as ideias de bacias de retenção com parques alagáveis a serem

	é mais bonitinho. Aí aquela parte que tem muito verde dá pra fazer aquela piscina	construídos em uma região de nascente que fica próxima à escola.
E7	É, ele vai chupar a água lá pra dentro, aí se acumular lá e o asfalto ficar meio podre? Porque tem asfalto que fica meio oco ué. Fica oco não?	O estudante manifesta dúvidas a respeito do funcionamento do asfalto permeável.
E12	E a manutenção dele? Será que ele tem algum limite?	Estudante nesse momento também questiona e sugere um aprofundamento dos conhecimentos sobre o asfalto permeável, uma postura crítica sobre utilização dessa tecnologia.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Esses primeiros trechos destacados mostram um esforço dos estudantes em três sentidos de compreensão sobre as soluções apresentadas. Em um primeiro sentido, eles buscam explicar o funcionamento das diferentes soluções que eles estudaram e ficaram responsáveis por apresentar. Em um segundo sentido, ao se apropriarem do funcionamento dessas soluções, eles parecem se sentir instigados a pensar pequenas modificações nas aplicações das soluções a fim de melhorá-las. Já o terceiro sentido mostra uma postura questionadora sobre a aplicabilidade e a utilização dessas tecnologias para a solução das enchentes frente às questões práticas.

As falas dos estudantes no primeiro sentido que identificamos eram esperadas. Estruturamos a aula dividindo os estudantes em grupos de modo que cada grupo ficasse responsável por estudar uma das soluções presentes no Caderno do Estudante. Eles deveriam, então, responder às questões que formavam um pequeno roteiro presente no Caderno do Estudante e depois compartilhar suas impressões com o grupo. A primeira dessas questões se vinculava justamente a explicar aos colegas do que se tratava cada solução.

Reparamos, nesse sentido, que os estudantes conseguiam explicar do que se tratavam as propostas, mesmo que de maneiras mais resumidas e simplificadas.

Além disso, foi possível notar que, num primeiro momento, eles não buscaram outras fontes de pesquisa além dos materiais fornecidos a eles.

Em um segundo momento das discussões, os estudantes demonstraram, a partir da compreensão inicial das soluções, pensar melhorias quando aplicadas no contexto em que viviam. A estudante E7, por exemplo, propôs a construção de reservatórios, similares às bacias de detenção, para onde poderiam ser redirecionadas as águas que o asfalto permeável recolhia. A mesma estudante ainda chegou a descrever a construção de um parque alagável combinado com uma bacia de detenção aplicada a uma região de nascente próxima da escola. Esta proatividade reforça a importância do tema ser tão parte da realidade dos estudantes.

No terceiro sentido, os estudantes mostraram uma postura questionadora sobre a aplicação das tecnologias ali apresentadas. Ou seja, tiveram uma postura crítica a respeito das propostas, pensando em questões de ordem técnica que dificultariam a implementação dos projetos. A educanda E7 e o educando E12 fizeram esse questionamento em torno do asfalto permeável, sobre sua durabilidade e eficiência.

Consideramos importantes esses questionamentos. Acreditamos que a visão de novas tecnologias não pode ser vista sempre como positiva ou detentora da capacidade de resolver todos os problemas. Embora possa faltar aos educandos um conhecimento mais específico sobre as tecnologias ali apresentadas, ter uma visão questionadora e atenta desde a apresentação é fundamental para a escolha de saídas que respeitem os direitos das comunidades e do meio ambiente.

Quadro 19: Noção da existência de medidas contenção às enchentes

Educando	Fala	Observação
E14	Estou sabendo agora, porque eu não sabia. Porque sempre está alagando. Porque se isso realmente existisse, não estaria largando, não estaria com engarrafamento.	O estudante em resposta à seguinte questão: Vocês sabiam que existem bacias de detenção em Belo Horizonte?
E12	Eu já tinha ouvido falar, mas não sabia que tinha em BH.	O estudante em resposta à questão: vocês sabiam que

		existiam bacias de detenção em BH?
E7	Então tem que fazer em lugar que realmente inunda (...) e realmente não dá pra usar em estrada.	A estudante está refletindo onde é possível utilizar o asfalto permeável a partir das suas potencialidades e limitações.
E7	A parte legal que tem, a parte que está bonitinho, quando o pessoal lá também tem a parte lá que só alaga. E não é tão poluído.	O comentário da estudante refere-se aos parques alagáveis.
E4	Mas o que ele disse é uma cidade que consegue fazer isso com mais facilidade, sem trazer danos. (...) Fazer o escoamento dessa água e levar. Pro esgoto e com mais facilidade e com mais velocidade, sem trazer depredação, por exemplo, pra rua.	E4. Tentando responder o que seria uma cidade-esponja

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A partir do questionamento do professor sobre o conhecimento deles das medidas de contenção às enchentes, os estudantes demonstraram desconhecimento sobre as bacias de detenção que já vêm sendo aplicadas aqui. O educando E4 chega a argumentar que a ineficiência desse sistema na vida dele é um dos fatores que o faz ignorar essa medida.

Após as discussões iniciais sobre as características de cada possível solução para a questão das enchentes, iniciamos uma reflexão sobre os aspectos que permeiam a aplicação dessas saídas. Buscamos estimular nos estudantes uma tomada de posição sobre as propostas.

Assim como no primeiro momento, os estudantes seguiram refletindo sobre como a aplicação das tecnologias iria interferir no problema naquela região. Dessa maneira eles sugeriram, por exemplo, onde deveriam ser instaladas seções do asfalto permeável e também discutiram os benefícios dos parques alagáveis em

detrimento de outros equipamentos de retenção de água, como expresso pela educanda E7.

Nesses processos de discussão também surgiram falas que se concentraram na reflexão sobre os contornos políticos da implementação desses equipamentos de contenção das enchentes.

Quadro 20: Motivação das escolhas políticas sobre a contenção das enchentes

Educando	Fala	Observação
E12	Não sei, não. Acho que o prefeito não quer desembolsar dinheiro, não. A prefeitura... acho que eles preferem gastar mais dinheiro consertando asfalto assim, do que gastar dinheiro para arrumar a cidade.	O estudante tenta responder sobre porque o asfalto permeável é pouco utilizado no Brasil.
E7	Eu acho que é o fato do povo não querer gastar dinheiro, porque não precisa ser de uma vez, pode ser de pouquinho em pouquinho. Faz um bairro agora, depois faz outro bairro.	O estudante tenta responder sobre porque o asfalto permeável é pouco utilizado no Brasil.
E10	Eu acho que não vale a pena. (...) Por que é muito caro e não resolve o problema todo.	O estudante tenta responder sobre porque o asfalto permeável é pouco utilizado no Brasil.

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Assim como no Terceiro Encontro, aqui também estão presentes falas dos estudantes sobre as motivações das escolhas de políticas públicas sobre o tema. Percebemos que boa parte das respostas dos estudantes a respeito da não aplicação do asfalto permeável de modo mais sistemático no Brasil concentra-se na questão financeira do Poder Público.

A fala do estudante E10, exemplifica uma postura de que o principal eixo orientador de escolha dos gastos é o financeiro. Isso reforça uma visão empresarial, onde os serviços públicos têm que ser mais eficientes do ponto de vista financeiro do que na qualidade deles para a população.

Já as respostas de E7 e E12 sugerem que mesmo sendo uma saída mais cara, ela merece entrar nos planos, mesmo que paulatinamente. Essas posições já reforçam uma lógica de qualidade no uso do dinheiro público, podendo também abrir espaços no orçamento para as tomadas de decisão da população. Em relação à ciência e tecnologia, a discussão de Vilches; Perez e Praia (2011) sobre os interesses que direcionam os investimentos nessa área são relevantes e têm de estar presentes em sala de aula.

As questões que surgem sobre os gastos em certos investimentos sociais que dependem de aportes do desenvolvimento científico e tecnológico são debates que têm de estar presentes nas escolas. Afinal, esses mesmos desenvolvimentos científicos e tecnológicos são incentivados em grande parte pela ação do Poder Público. Nesse sentido ganha mais relevância ainda a necessidade de se discutir as agendas de pesquisa na pré-pesquisa, dando relevância às necessidades das pessoas e comunidades mais carentes, como defende Auler (2021).

Nesse ponto de vista, identificamos como positivos o surgimento desse debate na sequência didática que propomos. Mesmo assim, reforçamos que um tempo maior para a preparação da sequência, bem como um aporte de professores e especialistas de outras disciplinas, poderiam garantir um olhar mais abrangente, desde o ponto de vista social e até mesmo científico e tecnológico para essa discussão.

4.2.4 Quinto Encontro

No quinto encontro, programamos a produção de projetos por parte dos estudantes que envolvessem a utilização das soluções estudadas na aula anterior. Assim como no terceiro encontro, realizamos essa atividade final com as duas turmas juntas.

Como algumas atividades em aulas anteriores demoraram mais tempo do que havíamos previsto, para esse último encontro contamos novamente com a colaboração dos colegas professores de outras disciplinas, reservando três horas-aula para a realização do sexto encontro.

Reunimos os estudantes das duas turmas no refeitório da escola e solicitamos que eles se dividissem em grupos. Autorizamos que os grupos fossem escolhidos a partir das afinidades entre eles e também que estudantes de turmas

diferentes pudessem compor o mesmo grupo. Entregamos cartolinas e pincéis aos estudantes.

O comando que demos foi para que elaborassem projetos que articulassem as soluções estudadas para resolver o problema das enchentes. Pedimos também que, na elaboração dos projetos, fossem levados em conta o bem-estar da comunidade da região e o respeito à natureza.

Em seguida, os estudantes dividiram-se em diferentes espaços da escola para pensar seus projetos. Durante o tempo da elaboração, o professor deslocou-se entre os grupos a fim de tirar dúvidas sobre os comandos, bem como para estimular os estudantes na atividade proposta. Abaixo mostramos um resumo dos projetos construídos pelos estudantes. A descrição deles foi feita pelo professor em seu caderno de campo. Apresentamos dessa maneira para facilitar a contextualização das explicações dadas pelos estudantes.

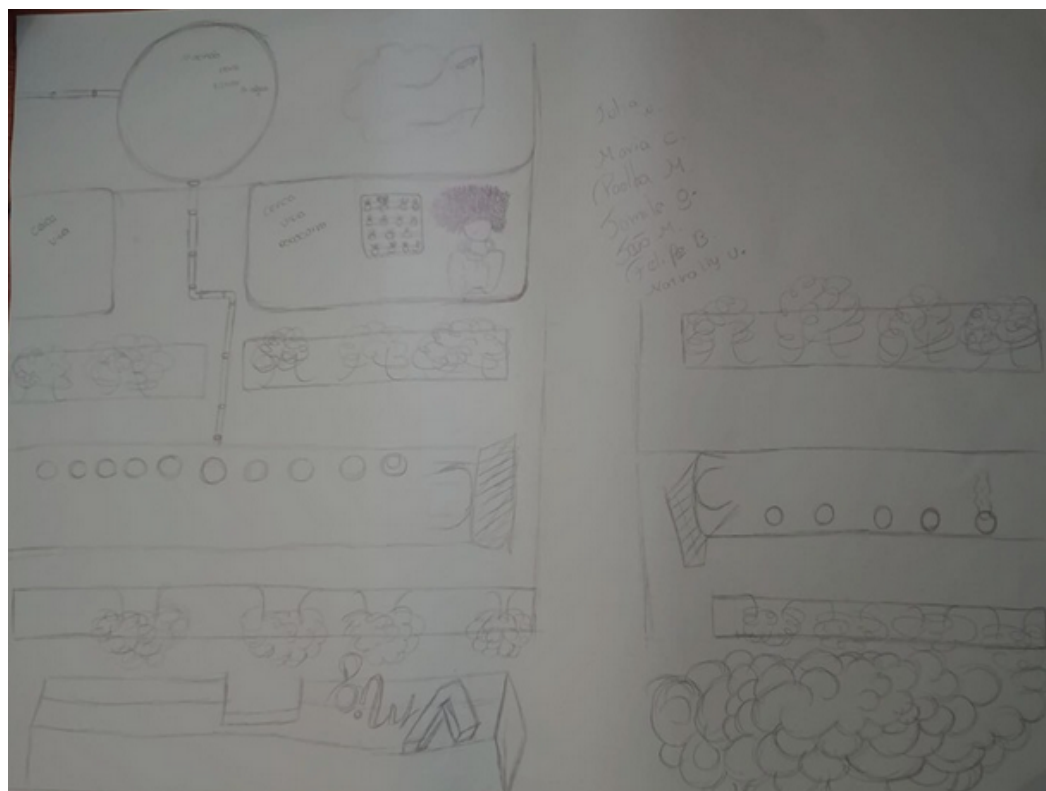
Quadro 21 Descrição dos projetos dos estudantes

Projeto	Descrição
Projeto 1	Esse projeto consistia na construção de um parque alagável em uma região de nascentes às margens da Avenida Tereza Cristina. Combinado com esse parque alagável os estudantes pensaram em estruturas de tratamento de água e espaços de reflorestamento.
Projeto 2	Esse projeto consistia na instalação de telhados verdes em casas de moradia popular. Nesse projeto, os estudantes relacionam essa ideia com projetos já vigentes.
Projeto 3	O projeto desses estudantes consistia na instalação de telhados verdes e asfalto permeável acoplados a um sistema de filtragem de água que permitiria o reaproveitamento de parte das águas da chuva.

Fonte: Elaborado pelo autor

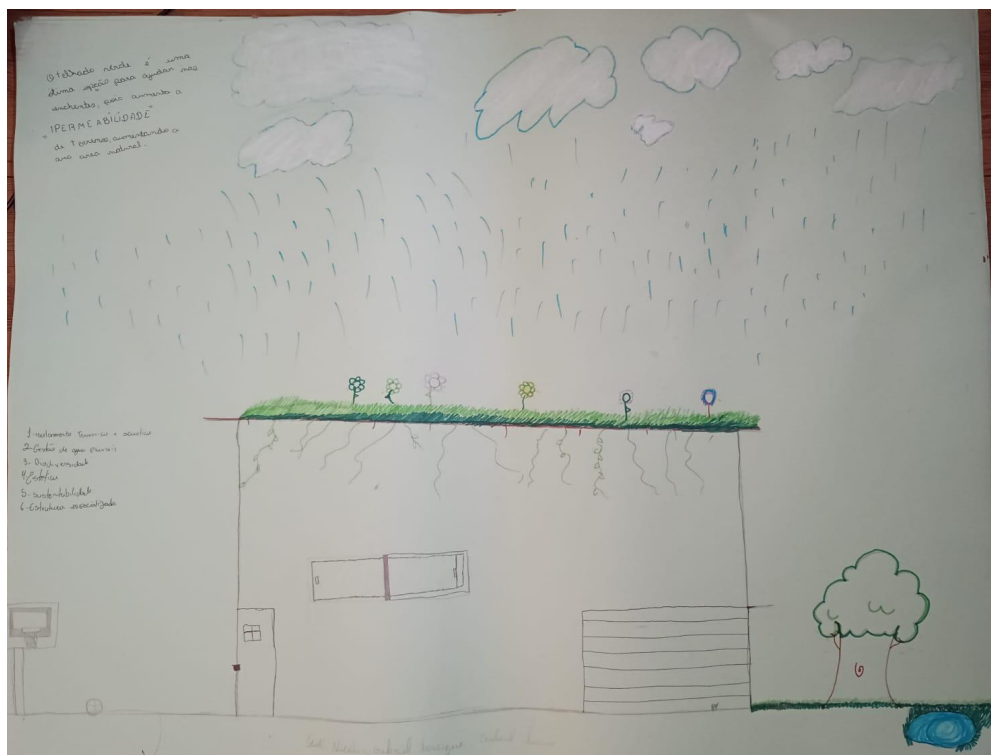
Ao fim do tempo dado aos estudantes para a elaboração da proposta, solicitamos que eles retornassem ao refeitório da escola para que apresentassem seus projetos.

Figura 7 - Projeto 1



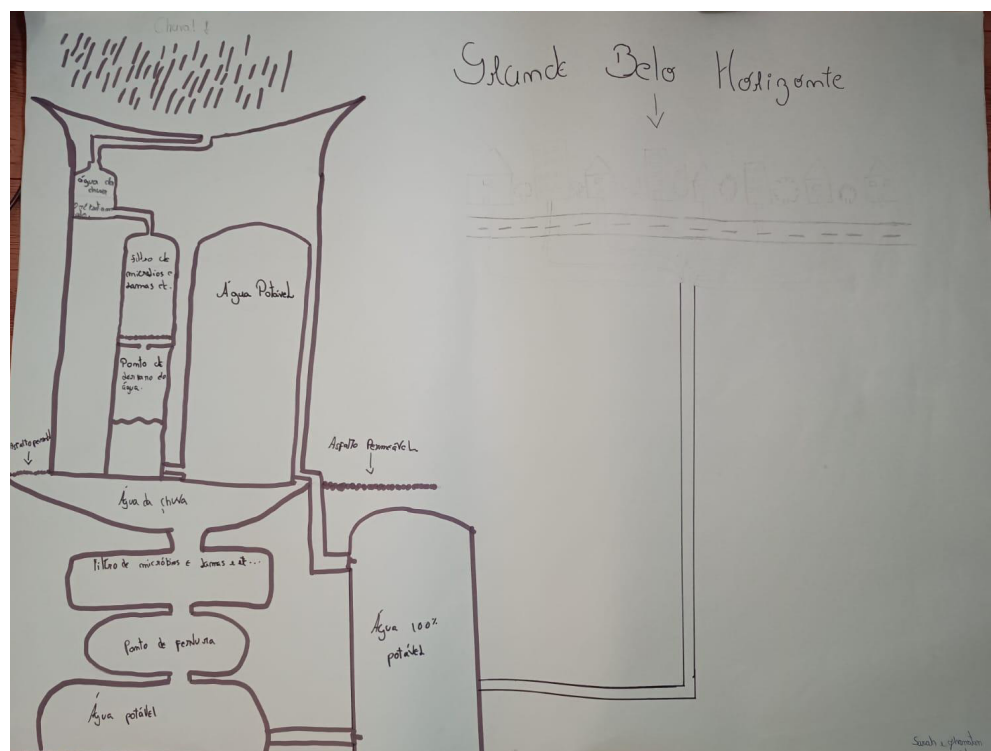
Fonte: Acervo do autor

Figura 8 - Projeto 2



Fonte: Acervo do autor

Figura 9 - Projeto 3



Fonte: Acervo do autor

A seguir, destacamos algumas falas dos estudantes nas apresentações dos projetos. Identificamos situações de produção de argumentações para defesa dos projetos.

Quadro 22: Combinação de diversas soluções distintas nos projetos

Educando	Fala	Observação
E20	A gente teve a ideia do asfalto permeável. Do piscinão, do parque verde, enfim, tudo. As coisas aí aqui a gente fez, a gente teve ideia de plantar mais árvores em volta. Tipo os cílios.	Projeto 1
E20	O piscinão vai filtrar a água e tipo assim tratar ela e vai jogar para tipo assim, é cuidado, tipo planta, essas coisas assim. Jacques Cousteau, que inclusive tem uma nascente dentro do Jacques Cousteau, tem uma nascente dentro da própria ACM ¹² , então ia servir mais como parque.	Projeto 1

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

A apresentação dos trabalhos mostrou que os estudantes buscaram em seus projetos para a solução das questões da enchente seguir a orientação inicial dada pelo professor. Ou seja, tentaram incluir preocupações com as questões sociais e também sobre uma melhor relação do ser humano com a natureza no espaço urbano.

Conseguimos perceber bem essa relação na fala da estudante E20 que, em seu projeto, combinou a proposta de diversas soluções. No início de sua fala, ela destaca as suas propostas tocando em questões que têm impactos ambientais e de conservação da natureza importantes.

Na continuação de sua fala, ela destaca os impactos positivos que seu projeto poderia trazer para a comunidade. Embora ela utilize o termo piscinão, sua fala na verdade descreve um parque alagável que poderia ser utilizado pela comunidade. A

¹² ACM é a sigla para Associação Cristã de Moços. Esse local fica ao lado da comunidade onde a sequência didática foi desenvolvida e fica às margens da Avenida Tereza Cristina. Esse é um espaço particular que funcionava como sede do clube campestre para a ACM. O local está abandonado há cerca de 15 anos e desde 2021 vêm sendo parte da luta de moradores da região para sua conversão no Parque Ecológico e Natural Recanto das Nascentes. Ver mais em: <https://www.instagram.com/recantodasnascentesbh/>

estudante ainda propõe o local da construção desse parque alagável onde estava localizada a antiga Associação Cristã de Moços (ACM).

Interessante também notar que a estudante compara esse projeto com o Parque Jacques Cousteau que fica no bairro próximo à região. Esse parque é visto pelos estudantes como um local de lazer para pessoas com melhores condições sociais. Tanto é que, em conversas informais, a estudante disse que esse parque projetado por eles seria o “Jacques Cousteau dos pobres”.

Quadro 23: Percepção criativa dos estudantes sobre as soluções para além das utilizações usuais

Educando	Fala	Observação
E4	Isso, isso. Por exemplo, eu acho que tinha até um projeto do governo, aquelas casas, sabe quando é aquelas casas geminadas, que são todas juntas? Então eles vão fazer um telhado, por cimão [sic], todas essas casas iam fazer essa drenagem da água, jogando para baixo.	Projeto 2
E7	Filtrar toda água e mandar para as casas. Fazer um encanamento e mandar para as casas. Hoje tem um lugar que não tem pessoas que não tem água, não tem condição de pagar negócio de CEMIG ¹³ , isso e aquilo vai ter água limpa para poder tomar.	Projeto 3

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Já nesses trechos, percebemos uma preocupação criativa dos estudantes no projeto. Se no Projeto 1, a educanda E20 imaginou os parques alagáveis na sua aplicação mais comum para atividades de lazer da população, os estudantes do Projeto 2 e do Projeto 3 pensaram em outras potencialidades dessas obras.

No caso do Projeto 2, que consistia na instalação de telhados verdes nas casas da população, os estudantes relacionaram sua ideia com um projeto vigente, segundo eles, de construção de casas populares já com esse tipo de telhado. Embora não tenha sido possível buscar fontes desse projeto, essa conexão se

¹³ Companhia Energética de Minas Gerais

mostrou criativa ao tentar combinar a resolução do problema social central da sequência didática que são as enchentes com a questão da moradia no Brasil.

Já no Projeto 3, os estudantes imaginaram uma estrutura que captasse as águas de chuva em excesso de telhados verdes e de pontos de instalação do asfalto permeável para tratamento e uso. O destaque nesse caso foi que eles pensaram que essa utilização deveria ser prioritária para pessoas de baixa renda. Em ambos os casos, houve uma articulação que transpôs os benefícios já esperados para comunidades com esses projetos, relacionando-os com outras questões sociais pertinentes.

Quadro 24: Surgimento de conceitos disciplinares nos projetos dos estudantes

Educando	Fala	Observação
E4	Quando a água cai é acontece essa drenagem do solo, essa drenagem do telhado, essa água, ela pode escoar, pode descer pra outro, pra pra uma Terra, pra um solo, que né, pode ser fertilizado, é acontece também de, por exemplo, passarinhos ter, pode, pode ganhar um novo lar, pô, inseto, passarinho, enfim, tudo isso.	Projeto 2
E4	Lá na China lá, pô, eles fizeram um viaduto assim, tá ligado? E aí nesse viaduto ele tem essa camada por baixo que acontece a drenagem da água que cai. E também com as folhas rasteiras. É, aconteceu uma... Eu não sei falar, mas é uma espécie de... produz mais ar, sabe? Parte desse lugar é mais fresco, inclusive, não só sendo mais fresco, a voz, o barulho também. Ele não só sai, mas como ele ecoa durante o viaduto, todo ele ecoa de uma forma mais, mais branda, mais fina, sabe? Ele ecoa de uma forma bem melhor.	Projeto 2
E20	Rio Arruda comporta até 400.000 L de água, entendeu? Então, tipo assim, o que que a gente pensou? Aí a gente porque não fazer mais uma coisa que comporta mais 400.000 L de água, entendeu? E a gente já jogou o piscinão para dentro da ACM, que ia	Projeto 1

	ser um local bem reutilizado.	
E7	Aí manda pra cá onde vai ser a fervura da água, aonde vai terminar de tirar toda a bactéria, coisas que não faz bem pra nós, entendeu? Aí de lá vai mandar pra aqui, que é onde a água vai ficar potável e limpa	Projeto 3

Fonte: Elaborado pelo próprio autor

Esses trechos revelam também os pontos ressaltados por nós anteriormente. Porém, eles também trazem relações dos projetos dos estudantes com alguns conceitos disciplinares. A primeira fala do estudante E4 traz elementos da importância dessas soluções em termos de biodiversidade ao relatar o possível surgimento de animais nos telhados verdes que seriam construídos.

Esse conceito é comumente trabalhado dentro do conteúdo de Ecologia, na disciplina de Biologia. Já na sua segunda fala, o E4 para defender sua proposta traz exemplos da China, onde o aumento na quantidade de plantas em espaços urbanos melhorou a sensação térmica, bem como ocasionou redução dos ruídos urbanos. Para tanto, é necessária a mobilização de conceitos da Termologia e da Acústica, estudados na Física, bem como sobre os efeitos da Evapotranspiração das plantas que está presente na Biologia, sendo também parte do que estudamos ao longo da sequência didática.

Já a estudante E20, para sustentar sua proposta, tenta trazer dados que envolvem o volume do rio. Percebemos que ela traz tais dados de forma imprecisa, o que também abre possibilidades para um estudo desse conteúdo a fim de garantir uma maior robustez para seu projeto.

Por fim, a estudante E7 detalhou em seu projeto um dos processos de separação de misturas aplicado à água, encerrando sua argumentação falando sobre a morte de microrganismos para permitir que a água seja potável.

Nota-se, portanto, que os estudantes trazem diversos conceitos que estão presentes nos conteúdos tradicionais das disciplinas. Embora esses conceitos apareçam de modo superficial ou ainda sem aprofundamentos, o surgimento deles e a necessidade por parte dos próprios estudantes em mobilizá-los para a realização da tarefa proposta são elementos interessantes. Essa iniciativa pode demonstrar que a articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana na direção da

transformação social se mostra viável para a construção conceitual dos estudantes em relação aos conteúdos historicamente construídos pelas disciplinas.

Os desafios ficam então na criatividade em coordenar os conteúdos disciplinares aos objetivos dessa educação transformadora, visto que os obstáculos são inúmeros para a realização dessa tarefa.

Considerações Finais

O desenvolvimento desta pesquisa se dá em um contexto em que a necessidade de se repensar o ensino de ciências é cada vez mais urgente. Porém, nosso trabalho não busca apenas estudar quais são as metodologias a serem aplicadas no ensino de ciências que garantam o maior aprendizado dos conteúdos historicamente construídos. Antes disso se pergunta qual ensino de ciências queremos, cuja resposta está diretamente ligada à qual sociedade queremos construir. Em nosso caso, nos filiamos àqueles que acreditam que a educação como um todo e o ensino de ciências em particular, devem ser parte de um processo de questionamento às injustiças e desigualdades sociais nas quais vivemos, tendo como horizonte uma práxis, como diria Paulo Freire, para a transformação social.

Partindo desta premissa e da necessidade de observar como esse tipo de ensino de ciências se verifica na prática educacional cotidiana das escolas, desenvolvemos uma sequência didática em uma escola da Região do Cabana do Pai Tomás, localizada em Belo Horizonte/MG. Para a construção deste conjunto de aulas, nos orientamos a princípio pelas críticas que o enfoque CTS/CTSA faz ao mito da neutralidade das ciências. Nessa perspectiva também é questionada a crença de que o acréscimo de novas descobertas e aplicações científicas e tecnológicas levaria a sociedade a um bem-estar geral.

A partir desse enfoque é necessário discutir a ciência e a tecnologia com suas diversas relações com os elementos constituintes da sociedade em suas diversas contradições. Por ser uma área de pesquisa diversa, nosso trabalho buscou se aproximar das tendências do enfoque CTS/CTSA que dialogam com a pedagogia freireana (Auler; Delizoicov, 2015; Almeida; Strieder, 2021; Nascimento; Von Linsingen, 2006). Essa articulação, que vem se consolidando como um referencial teórico-metodológico próprio, corrobora com a perspectiva do ensino de ciência que buscamos neste trabalho.

Para o desenvolvimento da sequência didática utilizamos como eixo temático as *“Enchentes na Avenida Tereza Cristina: Causas, Efeitos e Soluções”*. Esse eixo foi escolhido por ser um problema social relevante na comunidade onde está localizada a escola e onde o trabalho foi desenvolvido. Esse tema também ganha

relevância por trazer tanto elementos das contradições sociais vividas pela comunidade, como também ter relação direta com os graves problemas ambientais causados pela exploração predatória dos recursos naturais de nosso planeta.

A partir da metodologia da pesquisa-ação, desenvolvemos a sequência didática em duas turmas da segunda série do ensino médio desta escola. Essa sequência didática ocorreu durante as aulas do componente curricular de Práticas Experimentais. Esse componente faz parte da matriz curricular do ensino médio de tempo integral, uma das modalidades de ensino presentes nas escolas públicas de Minas Gerais.

Para a produção dos dados utilizamos diversas estratégias, como o caderno de campo do professor-pesquisador, a gravação de dois grupos focais com alguns dos estudantes das duas turmas e a gravação em áudio dos encontros.

Como estratégia de análise dos dados referentes ao grupo focal utilizamos a análise de conteúdo de Bardin (1977). Nesse caso, observamos categorias de análise emergindo dos próprios dados que nos ajudaram a montar um panorama de quais eram as visões dos estudantes sobre o ensino de ciências que vivenciavam e sobre como enxergaram a sequência didática.

Já para a análise das aulas realizadas, utilizamos como lupas os pressupostos teórico-metodológicos de nosso referencial teórico. Essa iniciativa buscou perceber quais as potencialidades e dificuldades do desenvolvimento da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana.

Em relação ao grupo focal foi possível notar uma diversidade de visões e perspectivas dos estudantes. Enquanto existiam narrativas por parte deles mais vagas sobre o que o ensino de ciências representava, também surgiram falas que apontavam para um tipo de ensino de ciências que fosse mais dialógico e participativo.

Essas falas se mostraram ricas na medida em que traziam em seus fundamentos a necessidade dos estudantes terem maior participação na construção do processo educativo. Ao se reconhecerem como sujeitos participantes desse processo, eles puderam sugerir como as aulas deveriam ser realizadas para que fossem mais interessantes e significativas para eles.

Esse tipo de iniciativa fortalece as relações educadores-educandos que Freire (2019) defendia no processo educacional.

A participação dos estudantes ao longo das aulas também nos ajudou a perceber como os pressupostos da articulação do enfoque CTS/CTSA com a pedagogia freireana se manifestaram ao longo das aulas, bem como verificamos dificuldades para seu desenvolvimento.

Algo presente nos diversos encontros foi um engajamento dos estudantes em relação ao tema. Mesmo que ele não tenha sido escolhido em um processo de diálogo antecipado com os estudantes, é possível constatar que a questão das enchentes é de fato percebida pelos estudantes como uma questão socioambiental relevante para sua comunidade.

Porém, mesmo este sendo um problema tão recorrente, não apareceu a princípio entre os jovens uma percepção mais aguçada sobre as causas daquele problema. Houve também uma dificuldade de relacionar a questão das enchentes com as mudanças climáticas globais e a própria lógica de impermeabilização das cidades para a circulação de automóveis.

A ausência desses conhecimentos, no entanto, não impediu que se manifestassem entre os estudantes reflexões sobre suas condições sociais, econômicas e políticas. Ao longo de todas as aulas analisadas é possível perceber uma inquietação pelo descaso do poder público em relação à sua comunidade. A sequência didática baseada em nosso referencial buscou demonstrar que essa inquietação pode ser utilizada ao lado dos conhecimentos adquiridos para uma ação em busca de transformação social (Auler; Delizoicov, 2015; Freire, 2019).

As propostas dos estudantes no último encontro são fortes indicadores nesse sentido. A busca por uma solução utilizando dentro de suas limitações os saberes das ciências, da observação sobre seu entorno e sobre as condições em que estão é uma ferramenta poderosa para processos educativos transformadores de indivíduos e de realidades.

Porém, como nossa discussão dos resultados demonstrou, existem obstáculos e dificuldades a serem superadas. A questão da interdisciplinaridade, por exemplo, é uma necessidade fundamental para a articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana. A existência dela no desenvolvimento da sequência foi importante como percebemos, ao permitir que diferentes saberes dialogassem para a discussão sobre as causas e a solução do problema.

No entanto, o fato de não termos tido uma equipe multidisciplinar que garantisse uma abordagem do tema a partir das diferentes disciplinas com um maior

aprofundamento fez com que o exercício da interdisciplinaridade ficasse restrito aos esforços do professor-pesquisador e da própria formação disciplinar que é hegemônica no Brasil (Nascimento e Von Linsingen, 2006). O aprofundamento conceitual também foi uma questão que percebemos ao longo da sequência didática. Ao mesmo tempo que os estudantes necessitam mobilizar conteúdos conceituais para compreender o tema proposto, desde suas causas até suas soluções, observamos que houve limitações na mobilização deles.

Esta situação demonstra que a coordenação entre a organização do conhecimento e a aplicação do conhecimento (Delizoicov; Angotti, 1992) precisa ser melhor elaborada na construção e desenvolvimento desse tipo de sequência didática. Além da presença de uma equipe multidisciplinar nessa elaboração, outra possível saída seria uma ampliação do tempo de práticas desse tipo, que também respeitassem o processo de ensino-aprendizagem diverso que vemos dentro de uma mesma turma.

A essas dificuldades soma-se também a necessidade de percebermos a experimentação dentro da aula como envolvida no tema proposto. Isso é importante para superar a lógica de experimentos como simples demonstração de conceitos. Esse ajuste também merece uma reflexão mais aprofundada.

Porém, mesmo com essas dificuldades surgindo, percebemos que a sequência obteve êxito naquilo que era fundamental. Demonstrar que existe a perspectiva de a partir de um problema social desenvolver nos estudantes as possibilidades de intervenção social, mobilizando nesse caminho os saberes de diversas áreas, sendo os saberes das ciências fundamentais nesse processo.

Referências Bibliográficas

ABREU, Teo Bueno de; FERNANDES, João Paulo; MARTINS, Isabel. Levantamento sobre a produção CTS no Brasil no período de 1980-2008 no campo de ensino de ciências. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 3-32, 2013.

ALMEIDA, Marilis Lemos de. Análise de dados na pesquisa qualitativa: desafios ao pensamento criativo. **Arxius de ciències socials**. Valencià, Espanha. N. 31 (dic. 2014), f. 143-153, 2014.

ALMEIDA, Eliane dos Santos; STRIEDER, Roseline Beatriz. Releituras de Paulo Freire na Educação em Ciências: pressupostos da articulação Freire-CTS. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e33278-24, 2021.

ARAÚJO, João Berkson da Rocha. A pedagogia freireana e o ensino de física: um relato de experiência. **Revista Brasileira de Educação Básica**, Belo Horizonte, ano 6, número especial Paulo Freire, 13 set. 2021. Disponível em: <https://rbeducacaobasica.com.br/2021/09/13/a-pedagogia-freiriana-e-o-ensino-de-fisica-um-relato-de-experiencia/>. Acesso em: 26 abr. 2025.

AULER, Décio. Freire, fermento entre os oprimidos: continua sendo?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e33706-1–30, 2021.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 122-134, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas críticas**, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; DOS SANTOS FENALTI, Veridiana. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 01, p. 01-13, 2001.

BARBIER, René. A pesquisa-ação. Brasília: Liber Livro, 2004.

BARCELLOS, Marcilia. Ciência não autoritária em tempos de pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1496-1525, 2020.

BARDIN, Laurence. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.

BENTO, António. Investigação quantitativa e qualitativa: Dicotomia ou complementaridade. **Revista JA (Associação Académica da Universidade da Madeira)**, v. 64, n. 7, p. 40-43, 2012.

BONFIM, Danúbia Damiana Santos; COSTA, Priscila Carozza Frasson; DO NASCIMENTO, William Júnior. A abordagem dos três momentos pedagógicos no estudo de velocidade escalar média. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 1, p. 187-197, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília, 2018. Disponível em http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_verseofinal_s_ite.pdf. Acesso em 14 out. 2024.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias. Brasília: MEC, 2000. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>. Acesso em: 10 ago 2022.

CHISTÉ, Priscila de Souza. Pesquisa-Ação em mestrados profissionais: análise de pesquisas de um programa de pós-graduação em ensino de ciências e de matemática. **Ciência & Educação**, v. 22, n. 3, p. 789-808, 2016.

CONRADO, Dália Melissa. **Questões sociocientíficas na educação CTSA**: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico. 2017. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/24732>. Acesso em: 1 abr. 2025.

COSTA, Fábio Heleno Ribeiro. **Ensino das mudanças climáticas**: a questão das enchentes no bairro Jardim Botânico na cidade do Rio de Janeiro. 2021. Dissertação (Mestrado em Ensino em Biociências e Saúde) – Instituto Oswaldo Cruz, Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 2021. Disponível em: <https://www.arca.fiocruz.br/handle/icict/49479>. Acesso em: 20 set 2024.

CUNHA, Álisson Veloso da. **A favela Cabana do Pai Tomás**: a ocupação consentida: memória e história. 2021. Dissertação (Mestrado em História) – Instituto de História, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/30319>. Acesso em: 5 abr 2025.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Física**. São Paulo: Cortez, 1988. Disponível em: <https://www.livrosgratis.com.br/ler-livro-online-35797/fisica>. Acesso em 20 abr. 2025

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002

DIAS, Cláudia Augusto. Grupo focal: técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação & Sociedade**, v. 10, n. 2, 2000.

ENGEL, Guido Irineu. Pesquisa-ação. **Educar em Revista**, p. 181-191, 2000.

FOUREZ, Gerard. El Movimiento Ciencia, Tecnología e Sociedad (CTS) y la Enseñanza de las Ciencias. **Perspectivas UNESCO**, v.XXV, n.1, p.27-40, marzo 1995.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2020, 63. ed.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019, 71. ed.

FREIRE, Ana Maria Araújo. A trajetória de Paulo Freire. In: GADOTTI, Moacir. **Paulo Freire: uma biobibliografia**. São Paulo, Cortez: Instituto Paulo Freire. Brasília, 1996.

GALVÃO, Cecília. Narrativas em educação. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 11, p. 327-345, 2005.

GOMES, Alberto Albuquerque. Apontamentos sobre a pesquisa em educação: usos e possibilidades do grupo focal. **EccoS revista científica**, v. 7, n. 2, p. 275-290, 2005.

GURGEL, Célia Margutti do Amaral. POR QUE E PARA QUE OS ESTUDOS CTS (CIÊNCIA-TECNOLOGIA-SOCIEDADE) NA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA CONTEMPORÂNEA?. **Série Acadêmica**, n. 21, p. 1-6, 2007.

KAUANO, Rafael Vitame; MARANDINO, Martha. Paulo Freire na educação em Ciências Naturais: tendências e articulações com a Alfabetização Científica e o movimento CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35064-28, 2022.

LEITE, Raquel Crosara Maia; FEITOSA, Raphael Alves. As contribuições de Paulo Freire para um Ensino de Ciências Dialógicas. VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação de Ciências. Campinas, 2011. Disponível em:

<http://abrapecnet.org.br/atas_enpec/viiienpec/resumos/R0753-1.pdf>. Acesso em 16 maio de 2022.

LUZ, Rodrigo; QUEIROZ, Marcelo Bruno Araújo; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna. CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente?. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019.

MAGALHÃES JR, Carlos Alberto de Oliveira; BATISTA, Michel Corci. **Metodologia da pesquisa em educação e ensino de ciências**. 2.ed., Ponta Grossa: Atena Editora, 2023.

MARTINS, Isabel P. Educação CTS/CTSA ainda é tema para discussão?. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS**, v. 17, n. 50, p. 123-129, 2022.

MARTINS, Isabel P. Revisitando orientações CTS| CTSA na educação e no ensino das ciências. **APEduC Revista-Investigação e Práticas em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia**, v. 1, n. 1, p. 13-29, 2020.

MENEZES, L. C. d. Paulo Freire e os Físicos. In: GADOTTI, M. **Paulo Freire: Uma Biobibliografia**. São Paulo: Cortez Editora, 1996. p. 639–642.

MINAS GERAIS. Secretaria Estadual de Educação. Ensino Médio em Tempo Integral – Manual das Atividades Integradoras. Belo Horizonte, 2023. Disponível em <<https://drive.google.com/file/d/1-KvVigLrrcajWPnld-mzW8JEju58hOgi/view>>. Acesso em 5 jul 2023.

NASCIMENTO, Tatiana; VON LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. **Convergência**, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

OLIVEIRA, Érico Anderson de; OLIVEIRA, Rosália Caldas Sanábio de; TIAGO, Fabiana da Conceição Pereira. Geotecnologias no ensino de Geografia na educação básica – áreas com risco de inundação no município de Belo Horizonte – MG: reflexões socioambientais. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO – CONEDU, 10., 2023, João Pessoa. **Anais [...]**. João Pessoa: Editora Realize, 2023. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2023/TRABALHO_COMPLETO_EV185_MD1_ID5214_TB86_06102023220652.pdf. Acesso em: 5 mai 2024

PACHECO, Lucas Carvalho; LOY, Laíza Sturza; MUENCHEN, Cristiane. Abordagem Temática no contexto da BNCC: discussões a partir da produção de um material

didático-pedagógico. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 41, n. 2, p. 440-467, 2024.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. **Science education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

PEDROSO, Maria Lucia Soares; ARAÚJO, Mauro Sérgio Teixeira de. ABORDAGEM DA ELETRICIDADE ATMOSFÉRICA POR MEIO DA EDUCAÇÃO CTS NO ENSINO MÉDIO. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 12, n. 1, p. 108-132, 2022.

PREFEITURA DE BELO HORIZONTE (Belo Horizonte). URBEL. Vilas, Favelas e Loteamentos Públicos de Interesse Social (2020). [S. l.]. Disponível em: https://prefeitura.pbh.gov.br/sites/default/files/estrutura-de-governo/urbel/2021/dados_vila_favela_2020_2021.05.pdf. Acesso em 25 de abril 2024.

RICARDO, Elio Carlos. Educação CTSA: obstáculos e possibilidades para sua implementação no contexto escolar. **Ciência & Ensino**, vol. 1, número especial, novembro de 2007. Disponível: <<https://fasam.edu.br/wp-content/uploads/2020/07/Educa%C3%A7%C3%A3o-CTSA.pdf>> Acesso em 19 de agosto de 2022.

RODRIGUES, Lorrany Antunes Alves. **Impacto do processo de urbanização na formação de enchentes e alagamentos em Belo Horizonte**, MG. 2020. 127 f. Monografia (Especialização em Recursos Hídricos e Ambientais) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufmg.br/handle/1843/36383>. Acesso em: 5 maio 2025.

ROSA, Paulo Ricardo da. **UMA INTRODUÇÃO À PESQUISA QUALITATIVA EM ENSINO DE CIÊNCIAS**. Campo Grande/MS, 2013.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), v. 7, p. 95-111, 2001.

SANTOS, Claudia Eliza Ferreira dos; OLIVEIRA, Wilker Albano de. A experiência do coletivo Grande Cabana para a garantia de direitos na comunidade Cabana do Pai Tomás–Belo Horizonte/MG. **Anais do Encontro Internacional e Nacional de Política Social**, v. 1, n. 1, 2024.

SIQUEIRA, Gisele Carvalho de et al. CTS e CTSA: em busca de uma diferenciação. **Revista Tecnologia e Sociedade**, v. 17, n. 48, p. 16-34, 2021.

SOUSA, Raimundo Expedito dos Santos; GONÇALVES, Guilherme Felipe Ganime. Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 591-605, 2018.

SOUZA, Bruna Costa de; VALADARES, Juarez Melgaço. O ensino de ciências a partir da temática Mineração: uma proposta com enfoque CTS e três momentos pedagógicos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 28, p. e22002, 2022.

STRIEDER, Roseline Beatriz. **Abordagens CTS na educação científica no Brasil: sentidos e perspectivas**. 2012. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

STRIEDER, Roseline Beatriz et al. A educação CTS possui respaldo em documentos oficiais brasileiros?. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 1, n. 1, p. 87-107, 2016.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. 2. ed. São Paulo: Cortez, 1986. Disponível em: <https://marcosfabionuva.com/wp-content/uploads/2018/08/7-metodologia-da-pesquisa-ac3a7c3a3o.pdf>. Acesso em 15 abr 2025

THOMAS, Hernán; DAGNINO, Renato; DAVYT, Amílcar. **El pensamiento en ciencia, tecnología y sociedad en Latinoamérica**: una interpretación política de su trayectoria. 1996.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo. A educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento C.T.S. no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, V. 9, N. 2, P. 177-190, 2003. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ciedu/a/TKjrc7wZ7bCSnC8HHbMt46s/?lang=pt&format=pdf>>. Acesso em 16 maio de 2023.

TONET, Ivo. Cidadania ou emancipação humana. **Revista espaço acadêmico**, v. 44, n. 4, 2005.

TRIPP, David. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, p. 443-466, 2005.

UREL, David Éverton. Paulo Freire e os três momentos pedagógicos. **Scientia Naturalis**, v. 4, n. 1, 2022.

VALLE, Paulo Roberto Dalla; FERREIRA, Jacques de Lima. Análise de conteúdo na perspectiva de Bardin: contribuições e limitações para a pesquisa qualitativa em educação. **Educação em Revista**, v. 41, p. e49377, 2025.

Vilches, A., Pérez, D., & Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: educação por um futuro sustentável. In W. L. P. Santos, & D. Auler (Orgs.), **CTS e educação científica: desafios, tendências e resultados de pesquisas**. Editora Universidade de Brasília.

VON LINSINGEN, Irlan. Perspectiva educacional CTS: aspectos de um campo em consolidação na América Latina. **Ciência & Ensino**, v. 1, n. 1, p. 1-19, 2007.

Apêndices

Apêndice I - Sequência Didática

Abaixo segue um quadro resumo com a organização da sequência didática que desenvolvemos, além do planejamento das aulas realizadas.

Quadro 25 - Descrição da Sequência Didática

Encontro	Objetivos	Itens do CRMG	Habilidades da BNCC
Encontro 1: Enchentes: Culpa de quem?	Analisar como os impactos da intervenção humana na natureza, como o aquecimento global, pode provocar eventos naturais extremos, como as enchentes, em nossas vidas;	Calor e Temperatura; Convecção; Efeito Estufa	EM13CNT301 Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;
Encontro 2: De onde vem toda essa água?	Compreender o Ciclo Biogeoquímico da Água e suas alterações devido a fenômenos naturais extremos causados pelas mudanças climáticas;	Ciclo da água; Correntes de Convecção	EM13CNT105 Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que

			minimizem consequências nocivas à vida
<p>Encontro 3:</p> <p>BH: cidade de rios</p>	<p>Compreender como se deu ao longo da história o processo de urbanização da cidade de Belo Horizonte, em especial no que tange as políticas públicas de relação com os córregos e rios, com foco na região do ribeirão Arrudas.</p>	<p>Ciclo da água</p> <p>Aquíferos</p> <p>Lençóis freáticos</p>	<p>EM13CNT310</p> <p>Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população</p>
<p>Encontro 4:</p> <p>Outras cidades são possíveis?</p>	<p>Conhecer outros modelos de urbanização e convivência com a natureza; Relacionar as soluções desses modelos urbanos com os conceitos das ciências da natureza e os aspectos políticos das decisões</p>	<p>Matas ciliares;</p> <p>Erosão do solo;</p> <p>Composição de materiais;</p>	<p>EM13CNT303</p> <p>Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das</p>

			conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.
Encontro 5: Quero minha cidade assim!!	Apresentação de um mini projeto apontando quais as alternativas que os estudantes propõem para as Enchentes em sua região.		EM13CNT302 Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental

Encontro 1

Objetivos:

Analisar como os impactos da intervenção humana na natureza, como o aquecimento global, pode provocar eventos naturais extremos, como as enchentes, em nossas vidas

Dinâmica:

1º Momento: Explicar aos estudantes o objetivo da sequência de aulas. Apresentar também o roteiro de atividades previsto, entregando cópias do planejamento

simplificado da sequência de aulas a fim de orientar os estudantes a respeito das atividades que ocorrerão. Esclarecer a respeito das atividades avaliativas que ocorrerão ao longo da sequência de aulas. Nesse momento, também serão entregues Cadernos de Campo para cada aluno, que servirão como local de escrita e anotações dos estudantes a respeito das aulas, bem como um dos locais onde os estudantes responderão eventuais atividades avaliativas.

2º Momento: Apresentar vídeos sobre as enchentes que ocorreram em Belo Horizonte e em Minas Gerais nos últimos anos. Em seguida promover uma roda de discussão com os estudantes tendo como pergunta norteadora: Quais os principais responsáveis pela ocorrência dessas enchentes? Após a discussão deve ser dado um tempo para que os estudantes escrevam em seus Cadernos de Campo suas respostas à questão colocada a partir da discussão.

3º Momento: Iniciar discussão sobre efeitos climáticos extremos e a relação com conceitos físicos, em especial variações de pressão e temperatura, além das correntes de convecção. Apresentação dos conceitos de El Niño/La Niña. Para realizar a exposição sobre El Niño e La Niña serão utilizados recursos de simuladores das correntes marítimas e uma atividade experimental para demonstração das correntes de convecção. Após essa apresentação, deve-se discutir com os estudantes se eles observam essas mudanças climáticas nos últimos meses ou anos em suas vidas.

Materiais e recursos:

Sala de multimídia, roteiros de atividades impressas.

Encontro 2

Objetivos:

Compreender o funcionamento do Ciclo Biogeoquímico da Água e suas alterações devido fenômenos naturais extremos causados pelas mudanças climáticas.

1º Momento: Questionar os estudantes sobre quais são seus conhecimentos a respeito do Ciclo da Água. Em seguida apresentar o conceito de Ciclo da Água de forma oral e introdutória.

2º Momento: Dividir a sala em grupos, atribuindo a cada grupo um aspecto do ciclo hidrológico que deve ser estudado e apresentado aos colegas ao fim da aula.

3º Momento: Finalizar aula com experiência sobre evapotranspiração de plantas, exemplificando assim um dos aspectos do ciclo biótico da água, ou ciclo longo.

Encontro 3

Objetivos:

Compreender como se deu ao longo da história o processo de urbanização da cidade de Belo Horizonte, em especial no que tange as políticas públicas de relação com os córregos e rios, com foco na região do ribeirão Arrudas.

1º Momento: Apresentação do vídeo Apresentar o mediador da roda de conversa e iniciar o processo de explanação e provocação sobre o tema. Sugere-se que a roda de conversa dure uma aula e seja feita de modo dialógico, fora do formato de palestras e de repasse de informações.

2º Momento: Investigação sobre o escoamento da água em terrenos com diferentes tipos de cobertura a partir de experiência.

Encontro 4

1º Momento: A turma será dividida em grupos e em seguida serão distribuídos entre os jovens cartões com propostas para a redução de enchentes em ambientes urbanos que são os seguintes:

- Bacias de retenção;
- Asfalto permeável;
- Praças-piscina e Parques alagáveis;
- Telhados verdes e matas ciliares;

2º Momento: Serão colocados à disposição dos jovens textos, imagens e links de vídeos que devem nortear a pesquisa de cada grupo a respeito dos temas recebidos. Cada grupo também receberá um pequeno roteiro com perguntas e orientações sobre a apresentação que deve ser feita ao fim da aula.

3º Momento: Os jovens ficarão livres para pesquisarem sobre os temas e se preparem para o momento de compartilhamento com toda a turma.

4º Momento: Cada grupo, baseado no roteiro recebido, irá apresentar os resultados de suas pesquisas sobre cada tema, apontando também suas impressões pessoais a partir das suas discussões em cada grupo.

5º Momento: Caso haja tempo após as apresentações, exibir para os estudantes no laboratório de ciências o vídeo (<https://globoplay.globo.com/v/12590689/>) com reportagem a respeito da ideia de cidades esponja.

Encontro 5

1º Momento: Culminância da sequência. Os estudantes serão desafiados a propor uma solução para o problema das enchentes na Avenida Tereza Cristina tendo como

referência os conceitos, ideias e elementos trabalhados na sequência de aulas. A turma será dividida em grupos. Será incentivado que os estudantes apresentem suas soluções utilizando outros recursos além da escrita, em especial gráficos, como desenhos, croquis, HQs, etc. Será dado um tempo para a produção e por fim cada estudante apresentará seus projetos.

2º Momento: Dinâmica de finalização da sequência didática com lanche coletivo e agradecimento pela participação dos estudantes na atividade.

Apêndice II - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (RESPONSÁVEL LEGAL)

Seu filho(a) ou o(a) menor de idade sob sua responsabilidade está sendo convidado(a) a participar como voluntário(a) em uma pesquisa educacional. Nesta pesquisa, temos como objetivo a análise do desenvolvimento de uma sequência de aulas estruturadas em torno do tema “enchentes”. Essas aulas serão conduzidas na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Andrade, na disciplina da “Práticas Experimentais”.

Sou João Berkson da Rocha Araujo, aluno do curso de Mestrado Profissional em Educação da UFMG, professor de Física da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Andrade, vinculada à Rede Estadual de Educação de Minas Gerais, pesquisador assistente, co-responsável por esta pesquisa. Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você pode entrar em contato comigo pelo telefone (31) 983719111, ou ainda poderá conversar pessoalmente, mediante agendamento, na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Andrade, situada à Rua Alexandre Mathias Alves, 290. Nova Cintra – Belo Horizonte/MG – CEP 30516-210. O pesquisador responsável é o Prof. Dr. Alexandre Fagundes Faria, Professor do Colégio Técnico da UFMG. Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você pode entrar em contato com ele pelo telefone (31) 3409-4952. Caso queira conversar pessoalmente, envie mensagem para affaria@ufmg.br para agendar um horário. Ele irá atendê-lo(la) no endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Colégio Técnico – Salas 255 – Setor de Física. Pampulha - Belo Horizonte/MG – Cep: 31270-901.

A sequência de aulas sobre enchentes, que é objeto desta pesquisa, foi produzida por mim, João Berkson da Rocha Araujo. Essa sequência de aulas tem previsão de cinco semanas de duração com encontros semanais nas aulas de Práticas Experimentais. Com a pesquisa, analisaremos as potencialidades e dificuldades de uma abordagem de ensino de ciências que discuta as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir do tema das enchentes.

Você é livre para autorizar ou não a participação do adolescente sob sua responsabilidade. A participação do adolescente é voluntária, não implicando em

qual quertipo de vantagem financeira para você ou para o adolescente sob sua responsabilidade. Se preferir não autorizar a participação do adolescente sob sua responsabilidade, nem você e nem o adolescente serão prejudicados(as), nem punidos(as) de maneira alguma. Você tem o direito de retirar este consentimento a qualquer momento sem ser prejudicado(a) ou punido(a).

Informações e esclarecimentos de dúvidas sobre questões éticas envolvendo pesquisas com seres humanos podem ser obtidas com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais - COEP/UFMG. Você pode entrar em contato com o COEP pelo telefone (31) 3409- 4592 ou pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2º andar - Campus Pampulha - Belo Horizonte - MG - Cep: 31270 901.

Rubrica do pesquisador ____

Rubrica do responsável ____

Pedimos permissão para realizar gravações em áudio das aulas de Práticas Experimentais nas quais o(a) menor sob sua responsabilidade participa e para fotografar as produções escritas feitas por ele(ela) (no caderno, folhas avulsas e cartazes). Além disso, pretendemos conduzir entrevistas semi-estruturadas com ele/ela antes e depois do desenvolvimento da sequência de aulas sobre enchentes.

Em todos os dados coletados, serão utilizados codinomes que substituirão o nome verdadeiro dos alunos, como garantia de privacidade. Esses dados serão guardados por um período de 5 anos, de maneira segura e sigilosa, em meio digital, sob a responsabilidade do pesquisador responsável pela pesquisa. Nenhuma outra pessoa além da equipe que trabalha neste projeto poderá conhecer qualquer informação que temos sobre você sem a sua autorização. As gravações e informações poderão ser usadas para a avaliação da pesquisa. Membros do Comitê de Ética podem revisá-las. Você tem direito de acesso a seus dados a qualquer momento. As gravações das entrevistas serão transcritas e destruídas ao final do período previsto para armazenamento. Será garantida a confidencialidade em relação às informações e declarações prestadas, ressalvando-se o risco de crime na interceptação de dados quando do seu registro e armazenamento.

Os resultados da pesquisa poderão ser utilizados para a elaboração de trabalhos e relatórios acadêmicos, artigos e eventos da área de educação. Porém,

seu nome ou informações que mostrem sua identidade não aparecerão de forma alguma.

Os riscos decorrentes dessa pesquisa são de dois tipos: primeiro, pode decorrer de algum desconforto em relação ao uso de gravadores para o registro de áudio durante as aulas; segundo, pode haver algum tipo de desconforto ou constrangimento com as perguntas da entrevista semi-estruturada. Além da avaliação e revisão permanente dos procedimentos de pesquisa, haverá o cuidado de desenvolver estratégias de coleta de dados que minimizem esses desconfortos como a ambientação do voluntário e o posicionamento adequado do gravador de áudio. Além disso, no momento da coleta, será reforçado o compromisso com a confidencialidade e com a restrição de acesso aos dados de pesquisa.

O benefício dessa pesquisa é difuso, ou seja, desconcentrados, de modo que pode servir como um suporte para a melhoria de aulas da disciplina de Práticas Experimentais, o que traz ganho indiretos aos participantes voluntários. Adicionalmente, pode melhorar o ensino de ciências em diversos locais, em especial onde existam comunidades atingidas por enchentes.

A participação na pesquisa, em todas as fases do estudo, não implicará em nenhum tipo de despesa pessoal para os voluntários. Além disso, quaisquer danos provocados pela pesquisa aos voluntários podem gerar o direito à indenização.

Se você se sentir esclarecido(a) sobre as informações que constam neste termo e disposto(a) a autorizar a participação do menor sob sua responsabilidade nesta pesquisa, por favor, rubrique esta página e nas anteriores no espaço reservado ao lado e assine ao final deste documento. Ele está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável.

*Rubrica do pesquisador*_____

*Rubrica do participante*_____

CONSENTIMENTO DA PARTICIPAÇÃO DA PESSOA COMO SUJEITO

Eu li e tive oportunidade de discutir com os investigadores responsáveis pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que eu posso interromper o consentimento na participação do adolescente sob minha responsabilidade na pesquisa a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste termo de consentimento. Eu tive oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. Eu receberei uma via assinada e datada deste Documento de Consentimento Informado.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2024

(Nome por extenso do adolescente)

Assinatura do responsável legal)

Prof. Dr. Alexandre Fagundes Faria
Pesquisador Principal

João Berkson da Rocha Araújo
Pesquisador Assistente

Apêndice III - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (ESTUDANTE MENOR)

Convidamos você a participar como voluntário(a) em uma pesquisa educacional. Nesta pesquisa, temos como objetivo a análise do desenvolvimento de uma sequência de aulas estruturadas em torno do tema “enchentes”. Essas aulas serão conduzidas na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Andrade, na disciplina da “Práticas Experimentais”.

Sou João Berkson da Rocha Araujo, aluno do curso de Mestrado Profissional em Educação da UFMG, professor de Física da Escola Estadual Professora Maria do Socorro Andrade, vinculada à Rede Estadual de Educação de Minas Gerais, pesquisador assistente, co-responsável por esta pesquisa. Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você pode entrar em contato comigo pelo telefone (31) 983719111, ou ainda poderá conversar pessoalmente, mediante agendamento, na Escola Estadual Professora Maria do Socorro Andrade, situada à Rua Alexandre Mathias Alves, 290. Nova Cintra – Belo Horizonte/MG – CEP 30516-210. O pesquisador responsável é o Prof. Dr. Alexandre Fagundes Faria, Professor do Colégio Técnico da UFMG. Em caso de dúvidas sobre a pesquisa, você pode entrar em contato com ele pelo telefone (31) 3409-4952. Caso queira conversar pessoalmente, envie mensagem para affaria@ufmg.br para agendar um horário. Ele irá atendê-lo(la) no endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627. Colégio Técnico – Salas 255 – Setor de Física. Pampulha - Belo Horizonte/MG – Cep: 31270-901.

A sequência de aulas sobre enchentes, que é objeto desta pesquisa, foi produzida por mim, João Berkson da Rocha Araujo. Essa sequência de aulas tem previsão de cinco semanas de duração com encontros semanais nas aulas de Práticas Experimentais. Com a pesquisa, analisaremos as potencialidades e dificuldades de uma abordagem de ensino de ciências que discuta as relações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente a partir do tema das enchentes.

Você é livre para escolher participar ou não. Sua participação é voluntária, não implicando em qualquer tipo de vantagem financeira. Se preferir não participar, você não será prejudicado(a), nem punido(a) de maneira alguma. Você tem o direito de retirar este assentimento a qualquer momento sem ser prejudicado(a) ou punido(a).

Informações e esclarecimentos de dúvidas sobre questões éticas envolvendo pesquisas com seres humanos podem ser obtidas com o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais - COEP/UFMG. Você pode entrar em contato com o COEP pelo telefone (31) 3409- 4592 ou pelo endereço: Avenida Antônio Carlos, 6627 – Unidade Administrativa II - 2º andar - Campus Pampulha - Belo Horizonte - MG - Cep: 31270 901.

Pedimos permissão para realizar gravações em áudio das aulas de Práticas Experimentais e para fotografar as suas produções escritas (no caderno, folhas avulsas e cartazes). Além disso, pretendemos conduzir entrevistas semi-estruturadas antes e depois do desenvolvimento da sequência de aulas sobre enchentes.

Rubrica do pesquisador _____

Rubrica do participante _____

Em todos os dados coletados, serão utilizados codinomes que substituirão o nome verdadeiro dos alunos, como garantia de privacidade. Esses dados serão guardados por um período de 5 anos, de maneira segura e sigilosa, em meio digital, sob a responsabilidade do pesquisador responsável pela pesquisa. Nenhuma outra pessoa além da equipe que trabalha neste projeto poderá conhecer qualquer informação que temos sobre você sem a sua autorização. As gravações e informações poderão ser usadas para a avaliação da pesquisa. Membros do Comitê de Ética podem revisá-las. Você tem direito de acesso a seus dados a qualquer momento. As gravações das entrevistas serão transcritas e destruídas ao final do período previsto para armazenamento. Será garantida a confidencialidade em relação às informações e declarações prestadas, ressalvando-se o risco de crime na interceptação de dados quando do seu registro e armazenamento.

Os resultados da pesquisa poderão ser utilizados para a elaboração de trabalhos e relatórios acadêmicos, artigos e eventos da área de educação. Porém,

seu nome ou informações que mostrem sua identidade não aparecerão de forma alguma.

Os riscos decorrentes dessa pesquisa são de dois tipos: primeiro, pode decorrer de algum desconforto em relação ao uso de gravadores para o registro de áudio durante as aulas; segundo, pode haver algum tipo de desconforto ou constrangimento com as perguntas da entrevista semi-estruturada. Além da avaliação e revisão permanente dos procedimentos de pesquisa, haverá o cuidado de desenvolver estratégias de coleta de dados que minimizem esses desconfortos como a ambientação do voluntário e o posicionamento adequado do gravador de áudio. Além disso, no momento da coleta, será reforçado o compromisso com a confidencialidade e com a restrição de acesso aos dados de pesquisa.

O benefício dessa pesquisa é difuso, ou seja, desconcentrados, de modo que pode servir como um suporte para a melhoria de aulas da disciplina de Práticas Experimentais, o que traz ganho indiretos aos participantes voluntários. Adicionalmente, pode melhorar o ensino de ciências em diversos locais, em especial onde existam comunidades atingidas por enchentes.

A participação na pesquisa, em todas as fases do estudo, não implicará em nenhum tipo de despesa pessoal para os voluntários. Além disso, quaisquer danos provocados pela pesquisa aos voluntários podem gerar o direito à indenização.

Se você se sentir esclarecido(a) sobre as informações que constam neste termo e disposto(a) a participar desta pesquisa, por favor, rubrique esta página e as anteriores nos espaços reservados nas laterais das páginas. Além disso, assine ao final deste documento. Ele está em duas vias. Uma delas é sua e a outra é do pesquisador responsável. Além disso, expresse esse seu desejo ao seu responsável legal e apresente a ele o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido para que possa lê-lo e assiná-lo também em duas vias, autorizando a sua participação na pesquisa.

Rubrica do pesquisador _____

Rubrica do participante _____

Eu li e tive oportunidade de discutir com o pesquisador responsável pelo presente estudo os detalhes descritos neste documento. Entendo que eu sou livre para aceitar ou recusar, e que eu posso interromper minha participação na

pesquisa a qualquer momento sem dar uma razão. Eu concordo que os dados coletados para o estudo sejam usados para o propósito acima descrito.

Eu entendi a informação apresentada neste termo de assentimento. Eu tive oportunidade para fazer perguntas e todas as minhas perguntas foram respondidas. Eu recebi uma via assinada e datada deste Documento de Assentimento Informado

Belo Horizonte, ____ de _____ de 2024

(Nome por extenso do adolescente)

Assinatura do responsável legal)

Prof. Dr. Alexandre Fagundes Faria
Pesquisador Principal

João Berkson da Rocha Araújo
Pesquisador Assistente



CADERNO DO ESTUDANTE

Enchentes na Avenida Tereza Cristina: CAUSAS, EFEITOS E SOLUÇÕES

JOÃO BERKSON DA ROCHA ARAUJO

BELO HORIZONTE
2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**ENCHENTES NA TEREZA CRISTINA:
CAUSAS, EFEITOS E SOLUÇÕES**

**JOÃO BERKSON DA ROCHA ARAUJO
LINHA DE PESQUISA: ENSINO DE CIÊNCIAS
ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDRE FAGUNDES FARIA**

**BELO HORIZONTE
2025**

SUMÁRIO

4

Apresentação

5

Encontro 1

12

Encontro 2

16

Encontro 3

19

Encontro 4

28

Encontro 5

APRESENTAÇÃO

Olá, estudantes!!

Esse material contém, textos, vídeos e atividades que serão utilizados ao longo dos encontros da sequência didática “Enchentes em Belo Horizonte: Para onde correr?”.

Nessa sequência didática abordaremos o problema das enchentes em Belo Horizonte, com foco na região que compreende o Ribeirão Arrudas, na região Oeste de Belo Horizonte.

Vocês serão desafiados a refletirem sobre as causas desse grave problema social, bem como propor possíveis soluções, utilizando para tanto os conhecimentos dos componentes curriculares das Ciências da Natureza (Física, Química e Biologia) que discutiremos ao longo dos encontros.

Desse modo, pretendemos que vocês, estudantes, consigam se aproximar dos conteúdos das Ciências da Natureza de modo mais prático e contextualizado, compreendendo que tais saberes não são fatos a serem decorados. Na verdade, eles devem servir de ferramentas para a compreensão do mundo que os rodeia, tanto no sentido científico, mas também em seus efeitos sobre as relações sociais e ambientais.

Esperamos que goste do material e do desenvolvimento da sequência didática.

Bons estudos!!

Os autores

ENCONTRO 1

ENCHENTES: CULPA DE QUEM?



Fonte: O Tempo



Fonte: O Tempo

A. Enchente na Avenida Tereza Cristina em 2019.
B. Destruição na Avenida Tereza Cristina após enchente

As enchentes nos espaços urbanos são um problema cada vez maior nas grandes cidades. Na época das chuvas os noticiários são carregados de exemplos em todo o Brasil de transbordamentos de rios que levam a sérias consequências sociais.

Na região da Avenida Tereza Cristina em Belo Horizonte essa situação se repete praticamente todo ano. O transbordamento do ribeirão Arrudas faz com que pessoas percam vários bens, além de causar danos nas estruturas das vias.

Além disso, o trânsito dessa importante avenida é totalmente fechado, tendo ainda risco de vida para as pessoas que estão no seu entorno. Esse problema e seus efeitos infelizmente fazem parte do cotidiano da região. Porém você já parou para se perguntar o que ocasiona essas enchentes?

Nesse encontro começaremos a tentar encontrar essa resposta com os colegas e o professor.

ATIVIDADE 1



Leia o texto e assista o vídeo abaixo. Em seguida responda à questão proposta.

Texto 1 - Chuvas que devastaram cidades mineiras em 2020 já são efeito das mudanças climáticas

Usando modelagem climática para a região, a pesquisa mostrou que os efeitos da industrialização e do aquecimento global aumentaram em 70% a probabilidade de ocorrer precipitação em volumes muito acima do esperado quando comparado a cenários com temperatura média entre 1°C e 1,1°C mais baixa.

O trabalho também quantificou os danos no Estado: mais de 90 mil pessoas ficaram temporariamente desabrigadas e houve pelo menos R\$ 1,3 bilhão (US\$ 240 milhões) em perdas computadas pelos setores público e privado. Os maiores prejuízos foram em infraestrutura pública (R\$ 484 milhões), moradias (R\$ 352 milhões) e comércio/serviços (R\$ 290 milhões). Do total, 41% podem ser atribuídos às mudanças climáticas induzidas pelo homem.

A publicação do artigo acontece na semana seguinte à divulgação do relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) que foi enfático: os impactos das alterações do clima, com "inequívoca" influência humana, já estão afetando todas as regiões da Terra, com eventos extremos ocorrendo mais rápido, de modo generalizado e intensificado (leia mais em: agencia.fapesp.br/36533/).

No início de 2020, a região Sudeste do Brasil registrou enchentes e deslizamentos provocados por chuvas intensas, que resultaram em danos de infraestrutura e até mortes. O evento foi decorrente de uma combinação da intensificação da zona de convergência do Atlântico Sul (SACZ) com o surgimento do ciclone subtropical de Kurumí (KSC) também sobre o Atlântico, contribuindo para o aumento da umidade em toda a região.

Em Minas, a capital, Belo Horizonte, teve o janeiro mais chuvoso da história. De acordo com o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet), o município registrou 935,2 milímetros (mm) de precipitação naquele mês, o que representa quase o triplo da média esperada para o período. Do volume total, 320,9 mm foram acumulados em apenas três dias. À época, pelo menos 56 mortes foram relacionadas com as inundações e os deslizamentos de terra.

“Nossa avaliação traz novos insights sobre a necessidade e urgência de ações sobre mudanças climáticas, pois já estão impactando efetivamente a sociedade na região Sudeste do Brasil. (...) Isso exige melhorias imediatas no planejamento estratégico com foco na mitigação e adaptação. A gestão e as políticas públicas devem evoluir a partir do modus operandi de resposta a desastres, a fim de prevenir outros no futuro”, escrevem os pesquisadores no trabalho, que teve apoio da FAPESP.

(...)

A área do estudo ficou focada no sudeste de Minas, subdividida em 12 mesorregiões, com 194 municípios. O Estado conta com 853 cidades no total. “As mesorregiões mais afetadas foram a metropolitana de Belo Horizonte, Vale do Rio Doce e Zona da Mata. Juntas, foram responsáveis por 91% das perdas econômicas públicas e 93% das privadas, além de concentrar 91% da população deslocada. Também apresentaram os números mais preocupantes em relação às vulnerabilidades a desastres de moradores e moradias em áreas de risco”, conclui o estudo.

Os cientistas destacam ainda que, embora as chuvas tenham sido extremas com influência das mudanças climáticas, a falta de planejamento de gestão de risco urbano, sem estratégias de mitigação e com investimento deficitário em infraestrutura, pode ser chave e ampliar os impactos para os moradores.

AGÊNCIA FAPESP. Chuvas que devastaram cidades mineiras em 2020 já são efeito das mudanças climáticas, diz estudo. Disponível em: <https://agencia.fapesp.br/chuvas-que-devastaram-cidades-mineiras-em-2020-ja-sao-efeito-das-mudancas-climaticas-diz-estudo/36627>. Acesso em: 12 maio 2025

Video 1 - Temporal em Belo Horizonte deixa mortos e cria “onda” em avenida da cidade



Aponte a Câmera

ou



Clique aqui

PARA REFLETIR

Após ter lido o texto 1 e assistido ao Vídeo 1 responda em seu caderno:
Qual ou quais os principais responsáveis pela ocorrência das enchentes urbanas retratadas nos vídeos?

ATIVIDADE 2

- Realize com a ajuda do professor e dos seus colegas o experimento proposto abaixo e após a leitura do texto responda às questões propostas

ATIVIDADE EXPERIMENTAL

Materiais Utilizados

- Aquário
- Béquero
- Água
- Corante Vermelho
- Corante Azul

Procedimento

- Encher o aquário com água na temperatura ambiente e deixar reservado.
- Encher um béquer com água e colocar na geladeira antecipadamente a fim de resfriar a água. Sugere-se colocar corante azul nesse recipiente.
- Em uma panela esquentar a água até a fervura, adicionando corante vermelho.
- Encher o outro béquer com a água aquecida.
- Pegar os dois béqueres e colocá-los simultaneamente dentro do aquário, observando em seguida o fenômeno que ocorre.

Organizando as observações

1. Registre em seu caderno de campo os resultados dos experimentos. Você pode fazer isso de modo textual, ou ainda utilizando desenhos, imagens ou ainda mapas mentais.
2. Que conclusões são possíveis retirar dos resultados observados no experimento?

Texto 2 - El Niño e La Niña

El Niño e La Niña são fenômenos atmosféricos que impactam de forma significativa as condições climáticas. Enquanto o El Niño corresponde ao aumento da temperatura das águas do oceano Pacífico na sua porção equatorial, o La Niña corresponde à diminuição da temperatura das águas do oceano Pacífico, também na sua porção equatorial.

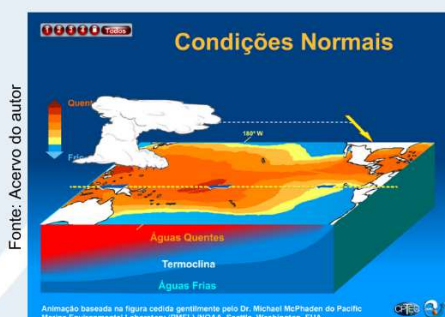
Esses fenômenos atmosféricos impactam significativamente os indicadores de temperatura e precipitação em nível mundial. (...)

O que são El Niño e La Niña?

O El Niño e La Niña são fenômenos atmosféricos caracterizados especialmente pela mudança da temperatura encontrada no oceano Pacífico, mais precisamente na sua porção equatorial, o que gera alterações globais em termos climáticos, especialmente em indicadores como temperatura e precipitação.

No caso específico do El Niño, esse fenômeno atmosférico acontece em razão do aquecimento das águas do oceano Pacífico em sua porção equatorial. Esses fenômenos ocorrem de forma cíclica, geralmente no início do mês de dezembro, modificando os níveis de temperatura e precipitação em nível global.

Já em relação ao La Niña, esse fenômeno atmosférico é caracterizado pelo resfriamento das águas da porção equatorial do oceano Pacífico. Assim, ele gera características climáticas contrárias às do El Niño. A ocorrência desse fenômeno acontece de forma cíclica e impacta os índices de temperatura e precipitação globais.



A. Condições normais. B. Condições de El Niño. C. Condições de La Niña

Condições de El Niño

Fonte: Acervo do autor

Condições de La Niña

Fonte: Acervo do autor

El Niño e La Niña no Brasil

O El Niño e o La Niña provocam mudanças climáticas substanciais em todo o mundo, com destaque para a faixa intertropical do planeta, localização geográfica em que está o território brasileiro. Sendo assim, tais fenômenos impactam diretamente as condições climáticas presentes no Brasil, principalmente nos aspectos de temperatura e precipitação:

- El Niño: provoca secas severas no Norte e no Nordeste do país, impactando substancialmente os níveis de chuva que atingem essas regiões brasileiras. Ao contrário, a região Sul registra grandes volumes de chuva durante a atuação do El Niño, além do aumento significativo da temperatura. Já no Centro-Oeste e no Sudeste, não há um padrão específico dos impactos climáticos do El Niño, mas há destaque para certo aumento das temperaturas e das precipitações registradas em algumas localidades dessas regiões do Brasil.
- La Niña: gera grandes volumes de chuva na região Norte e na região Nordeste do país, com maior crescimento da umidade local e ocorrência de frentes frias, inclusive no interior nordestino brasileiro. Já na região Sul do Brasil, é registrado durante a ocorrência do La Niña um período de muita seca, com baixa significativa dos níveis pluviométricos locais, além de expressivo aumento das médias termais. Já na região Centro-Oeste e na região Sudeste, o La Niña atua de forma despadronizada, mas, no geral, são verificadas diversas anomalias em termos de precipitação e temperatura.

MUNDO EDUCAÇÃO. El Niño e La Niña: o que são, diferenças. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/geografia/el-nino-la-nina.htm>. Acesso em: 12 maio 2025.

10

Simulador 1 - Simulador Climático do El Niño e La Niña



Aponte a câmera



ou

Clique aqui

PARA REFLETIR

1. Conhecendo um pouco mais a respeito dos fenômenos El Niño e La Niña, reflita sobre como o aquecimento global interfere nesses eventos.
2. Caso as correntes de convecção não existissem, quais seriam os impactos no meio-ambiente e no clima que teríamos no mundo?
3. A partir das mudanças no meio-ambiente e no clima elencados no item anterior, discuta e descreva como a população mundial pode ser afetada..

ENCONTRO 2

DE ONDE VEM TODA ESSA ÁGUA?



Fonte: Clima ao Vivo

Céu nublado de Belo Horizonte em 2024

Olá estudantes! Vamos começar nosso segundo encontro.

Em nossa primeira aula começamos a entender as causas da enchente. Para seguirmos nesse caminho iremos no encontro de hoje nos aprofundarmos sobre o Ciclo da Água.

Para tanto faremos dois experimentos e iremos ler dois textos, nessa ordem. Os experimentos e os textos serão discutidos. A turma será dividida em dois grupos para a realização dessas tarefas.

Ao final da aula, vocês deverão registrar suas conclusões em seus cadernos de campo.

ATIVIDADE 1

- Dividam-se em dois grupos e realizem com a ajuda do professor e dos seus colegas os experimentos propostos abaixo. Anotem suas observações no caderno de campo para serem discutidas na parte final da aula

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1

Materiais Utilizados

- Planta
- Sacola plástica transparente
- Barbante
- Água

Procedimento

- Fazer a devida irrigação da planta;
- Colocar o saco plástico sobre um dos ramos ou galho das plantas, prendendo na base com um barbante;
- Observar o que ocorre com o saco plástico.
- Anote os resultados em seu caderno de campo e guarde as informações para a discussão final da aula

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 2

Materiais Utilizados

Higrômetro

Procedimento

- Escolher três ambientes distintos na escola, sendo um ambiente com exposição plena à radiação solar, um segundo ambiente com sombra sem arborização e um terceiro ambiente com sombra devido à existência de arborização;
- Utilizar o higrômetro para medir a umidade relativa do ar em cada um dos ambientes;
- Após a observação anote os valores de umidade relativa do ar obtidos em cada ambiente e anote em seu caderno de campo. Guarde as informações para a discussão do final da aula

ATIVIDADE 2

Texto 1 - Ciclo da Água

O ciclo da água, também chamado de ciclo hidrológico, é o circuito realizado pela água no planeta. Pode ser entendido também como o processo de transformação da água, transicionando pelos seus estados físicos ao longo do planeta e da atmosfera. Passando, inclusive, pelo consumo dos organismos que dela dependem.

O estudo do ciclo ecológico é fundamental para se analisar o processo de renovação e disponibilidade da água ao longo do tempo, sendo um importante ciclo biogeoquímico. Nos ciclos biogeoquímicos uma substância estudada, neste caso a água, passa do meio abiótico (atmosfera, solo, meio aquático) para o meio biótico (consumo pelos seres vivos), muitas vezes mudando seu estado físico. O processo ocorre através da ciclagem do elemento.

(...)

Para continuar lendo acesse o link dos textos por umas das maneiras abaixo



Aponte a câmera

ou



Clique aqui

PARA REFLETIR

1. Descreva, de maneira simplificada, como ocorre o ciclo da água.
2. Cite e descreva alguns dos principais impactos do ciclo da água sobre o meio-ambiente e as nossas vidas.
3. Que parte do ciclo da água é mais sujeito às influências das ações dos seres humanos? Descreva essas influências e seus efeitos.

Texto 2 - Precipitação e Escoamento Superficial e Subterrâneo

Observação: A leitura do texto deverá ser da página 15 a 23

De acordo com a enciclopédia livre, em meteorologia, precipitação corresponde a qualquer tipo de fenômeno relacionado à queda de água do céu. Isso inclui neve, chuva e chuva de granizo.

A precipitação é uma parte importante do ciclo hidrológico, sendo responsável por retornar a maior parte da água doce ao planeta, sendo assim a principal fonte de abastecimento dos sistemas hídricos.

(...)

Para continuar lendo acesse o link dos textos por umas das maneiras abaixo



Aponte a câmera

ou



Clique aqui

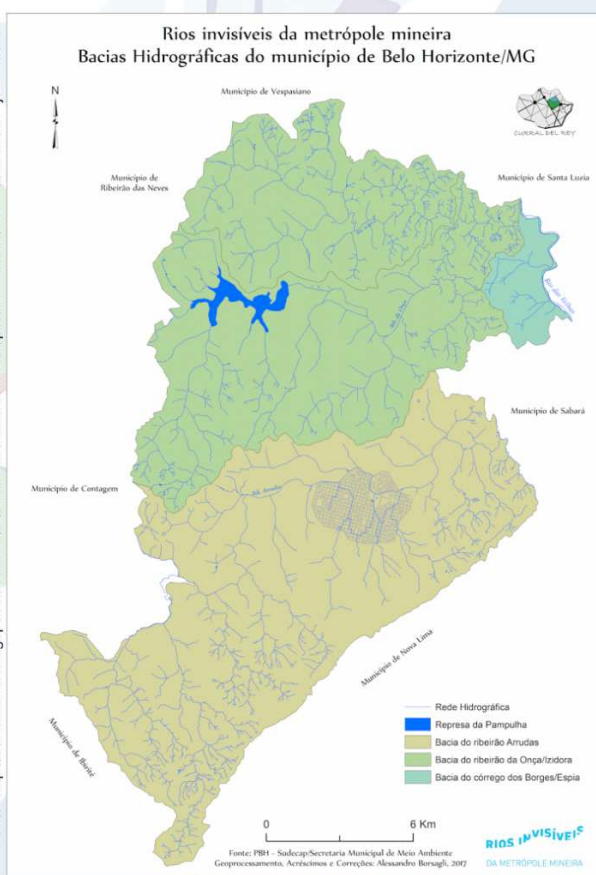
PARA REFLETIR

1. Descreva os tipos de chuvas que existem e busquem identificar em quais locais do Brasil é mais comum encontrar cada uma delas.
2. Qual a influência dos tipos de solo no escoamento das chuvas? Essas diferenças podem interferir para que ocorram enchentes nos espaços urbanos?
3. Quais as principais intervenções humanas nas cidades que modificam o escoamento natural da água?

ENCONTRO 3

BH: CIDADE DE RIOS

Fonte: <http://curraldeirei.blogspot.com/2017/03/rios-invisiveis-da-metropole-mineira.html> . Acesso: 30 - jan - 2020.



Bacia Hidrográfica de Belo Horizonte

Olá, estudantes!
Chegamos ao nosso
terceiro encontro.

Hoje receberemos um
convidado que irá nos
ajudar a refletir e
compreender como
se deu o processo de
urbanização em BH
na sua relação com
os cursos d'água já
existentes na cidade.

Faremos uma roda de
conversa aberta e
logo após
realizaremos uma
experiência a fim de
compreendermos
melhor os processos
de interferência dos
seres humanos no
solo e na vegetação e
como isso influencia
na ocorrência de
enchentes.

ATIVIDADE 1

Video 1 - RIOS COBERTOS AGRAVAM ENCHENTES



Aponte a câmera

ou



Clique aqui

Fonte: https://pt.wikipedia.org/wiki/Ribeir%C3%A3o_Arrudas



Trecho do ribeirão Arrudas na região central de Belo Horizonte nos anos de 1990. Nesse período o rio já era canalizado, porém ainda não era coberto

Fonte: <https://www.belarq.com.br/?portfolio=praca-da-estacao-boulevard-arrudas>



Trecho do ribeirão Arrudas na região central de Belo Horizonte após ele ser totalmente no Centro da cidade.

ATIVIDADE EXPERIMENTAL 1

Materiais Utilizados

4 Garrafas PET de 2 litros
Camada de terra sem nenhum tipo de planta
Camada de terra com plantas
Barbante
Regador
Água

Procedimento

- Fazer um corte longitudinal em duas garrafas PET da boca até o seu fundo;
- Preencher a primeira garrafa com camada de terra sem nenhum tipo de planta
- Preencher a segunda garrafa com camada de terra com plantas
- Cortar o fundo das outras duas garrafas PET, fazendo furos em suas laterais
- Prender os fundos das garrafas cerca de 10 cm abaixo da boca das garrafas PET cortadas longitudinalmente;
- Regar ambas as garrafas simulando uma chuva;
- Observar o que ocorre com a água que foi regada sobre as garrafas.

PARA REFLETIR

1. Descreva quais os resultados de sua observação da experiência realizada.
2. A partir dos resultados da experiência realizada e da discussão do tema na roda de conversa, quais conclusões podem ser tiradas a respeito da influência humana na ocorrência de enchentes?

ENCONTRO 4

OUTRAS CIDADES SÃO POSSÍVEIS?



Foto: Ricardo Marajó/SMCS

Parque Barigui. Curitiba, 30/10/2023

Olá, estudantes! Chegamos ao nosso quarto e penúltimo encontro.

Na aula de hoje estudaremos algumas das possibilidades que vêm sendo construídas no Brasil e no mundo para garantir uma relação harmoniosa com a gestão das águas nas cidades, buscando evitar assim desastres socioambientais como as enchentes.

Nessa aula, a sala será dividida em quatro grupos. Cada grupo receberá textos e vídeos de uma das alternativas a gestão das águas que separamos. Os grupos deverão discutir o conteúdo dos materiais e responder às questões propostas. Ao fim da aula cada grupo compartilhará com o restante da sala suas conclusões a respeito das alternativas apresentadas.

ROTEIRO 1

BACIAS DE DETENÇÃO

As bacias de detenção são um dos instrumentos para amenizar a ocorrência de enchentes nas grandes cidades. Abaixo, separamos alguns textos e vídeos para você entender que ferramenta é essa.

Leia os textos e assista aos vídeos. Em seguida, responda às questões propostas. Lembre-se que esses links são apenas o começo da sua investigação sobre o tema. Caso não considere suficiente, amplie a sua busca pesquisando em outros sites ou livros para que consiga acumular o maior repertório possível para elaborar suas ideias e opiniões.

Para ler todos os textos acesse os links abaixo



Aponte a câmera

ou



Clique aqui

Video 1

Aponte a câmera ou Clique aqui

Video 2

Aponte a câmera ou Clique aqui

PARA REFLETIR

1. O que são bacias de detenção?
2. As bacias de detenção são suficientes para eliminar os problemas das enchentes nas grandes cidades? Justifique a sua resposta.
3. Você considera que o projeto de bacias de detenção nas cidades encaixa-se no conceito de cidades-esponja? Justifique sua resposta.
4. Você sabia que existiam bacias de detenção na cidade de Belo Horizonte? Em sua opinião, qual o grau de eficiência das mesmas na mitigação do problema das enchentes em Belo Horizonte e, em especial, na região da Avenida Tereza Cristina?

ROTEIRO 2

ASFALTO PERMEÁVEL

O asfalto ou pavimento permeável é uma tecnologia nova que pode ajudar a permeabilizar as cidades, oferecendo pontos para a água das chuvas escoarem. Porém, essa tecnologia ainda é pouco utilizada no país.

Leia os textos e assista os vídeos listados abaixo. Em seguida, responda às questões propostas.

Para ler todos os textos acesse os links abaixo



Aponte a câmera

ou

Clique aqui

Video 1



Aponte a câmera

ou

Clique aqui

PARA REFLETIR

1. Qual a diferença no processo de produção entre o asfalto ou pavimento permeável e aqueles que são impermeáveis?
2. A utilização desse tipo de asfalto resolveria os problemas das enchentes nas grandes cidades? Justifique a sua resposta
3. No Brasil, a tecnologia de um tipo de asfalto permeável ainda é pouco utilizada. Elabore hipóteses que busquem explicar a baixa utilização dessa tecnologia em um país com tantos desastres vinculado às enchentes.

ROTEIRO 3

PRAÇAS-PISCINA E PARQUES ALAGÁVEIS

As praças-piscinas e os parques alagáveis acabam tendo uma função similar à das bacias de detenção, porém dentro de um centro urbano acabam indo além, ocupando também uma função arquitetônica e de lazer para a população.

Abaixo separamos alguns links de textos e vídeos falando um pouco desses espaços. Leia os textos e assista os vídeos, sempre lembrando que você pode buscar outras fontes de informação. Em seguida responda às questões propostas.

Para ler todos os textos acesse os links abaixo



Aponte a câmera

ou

Clique aqui

Video 1

Aponte a câmera



Clique aqui

ou

Video 2

Aponte a câmera



Clique aqui

ou

PARA REFLETIR

1. No segundo vídeo apresentado acima, o locutor compara brevemente os parques alagáveis de Curitiba com os “piscinões” paulistanos. Você concorda com a opinião do locutor? Busque explicar sua resposta.
2. A partir dos referenciais apresentados, busque indicar vantagens e desvantagens da utilização de praças-piscinas e parques alagáveis no enfrentamento às enchentes nas áreas urbanas.
3. As praças-piscinas e os parques alagáveis encaixam-se no modelo de construção de cidades-esponja? Busque explicar sua resposta

ROTEIRO 4

TELHADOS VERDES E MATAS CILIARES

Os telhados verdes não são uma novidade em termos de arquitetura. Muitos povos antigos já utilizavam desse tipo de cobertura vegetal para certas construções. Porém, na contemporaneidade, esse tipo de cobertura ecológica ganha novas funções em casas e prédios das áreas urbanas.

Já as matas ciliares ganham enorme relevância na natureza na preservação de diversos cursos d'água, inclusive nos centros urbanos.

Leia os textos e assista os vídeos que separamos sobre telhados verdes e matas ciliares. Em seguida responda às questões propostas.

Para ler todos os textos acesse os links abaixo



Aponte a câmera



ou

Clique aqui

Video 1

Aponte a câmera



ou

Clique aqui

Video 2

Aponte a câmera



ou

Clique aqui

PARA REFLETIR

1. Como os telhados verdes podem ajudar no enfrentamento às enchentes nas grandes cidades?
2. Explique o que são matas ciliares e sua importância tanto na prevenção às enchentes, como na preservação do meio ambiente.
3. Indique desafios na implementação de telhados verdes no Brasil.
4. Sua casa ou de algum conhecido seu poderia receber um telhado verde? Descreva como você imaginaria essa possibilidade.

ENCONTRO 5

QUERO MINHA CIDADE ASSIM!

Fonte: <https://antoniolepesci.com.br/como-construir-uma-cidade-sustentavel/>



Construindo uma cidade sustentável

Olá estudantes!

Chegamos, finalmente, ao nosso último encontro. Nas últimas aulas refletimos e discutimos sobre uma série de conceitos e experiências que nos ajudaram a compreender melhor sobre as causas das enchentes nas grandes cidades e algumas das alternativas à atual gestão hídrica das metrópoles.

Agora chegou o momento de finalizarmos nossas atividades. Como última atividade, a sala deve dividir-se em grupos. Cada grupo deverá representar por meio de desenhos, gráficos, croquis, HQs, ilustrações, etc, **propostas de soluções para o problema das enchentes na Avenida Teresa Cristina em Belo Horizonte, sendo que as propostas devem respeitar os direitos sociais e ambientais da comunidade e da natureza**



CADERNO DO PROFESSOR

Enchentes na Avenida Tereza Cristina: CAUSAS, EFEITOS E SOLUÇÕES

JOÃO BERKSON DA ROCHA ARAUJO

BELO HORIZONTE
2025

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA**

SEQUÊNCIA DIDÁTICA

**ENCHENTES NA TEREZA CRISTINA:
CAUSAS, EFEITOS E SOLUÇÕES**

**JOÃO BERKSON DA ROCHA ARAUJO
LINHA DE PESQUISA: ENSINO DE CIÊNCIAS
ORIENTADOR: PROF. DR. ALEXANDRE FAGUNDES FARIA**

**BELO HORIZONTE
2025**

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	3
FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
OBJETIVOS	10
ENCONTRO 1 - ENCHENTES: CULPA DE QUEM	11
ENCONTRO 2 - DE ONDE VEM TODA ESSA ÁGUA	13
ENCONTRO 3 - BH: CIDADE DE RIOS	15
ENCONTRO 4 - OUTRAS CIDADES SÃO POSSÍVEIS?	17
ENCONTRO 5 - QUERO MINHA CIDADE ASSIM!	19
REFERENCIAL TEÓRICO	21

APRESENTAÇÃO

Este produto educacional se estrutura em torno da sequência didática "Enchentes na Tereza Cristina: Causas, Efeitos e Soluções", construída no contexto do Mestrado Profissional em Educação e Docência da Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais. O produto é constituído por dois volumes: este, o Caderno do Professor, é um deles; o outro é o Caderno do Estudante.

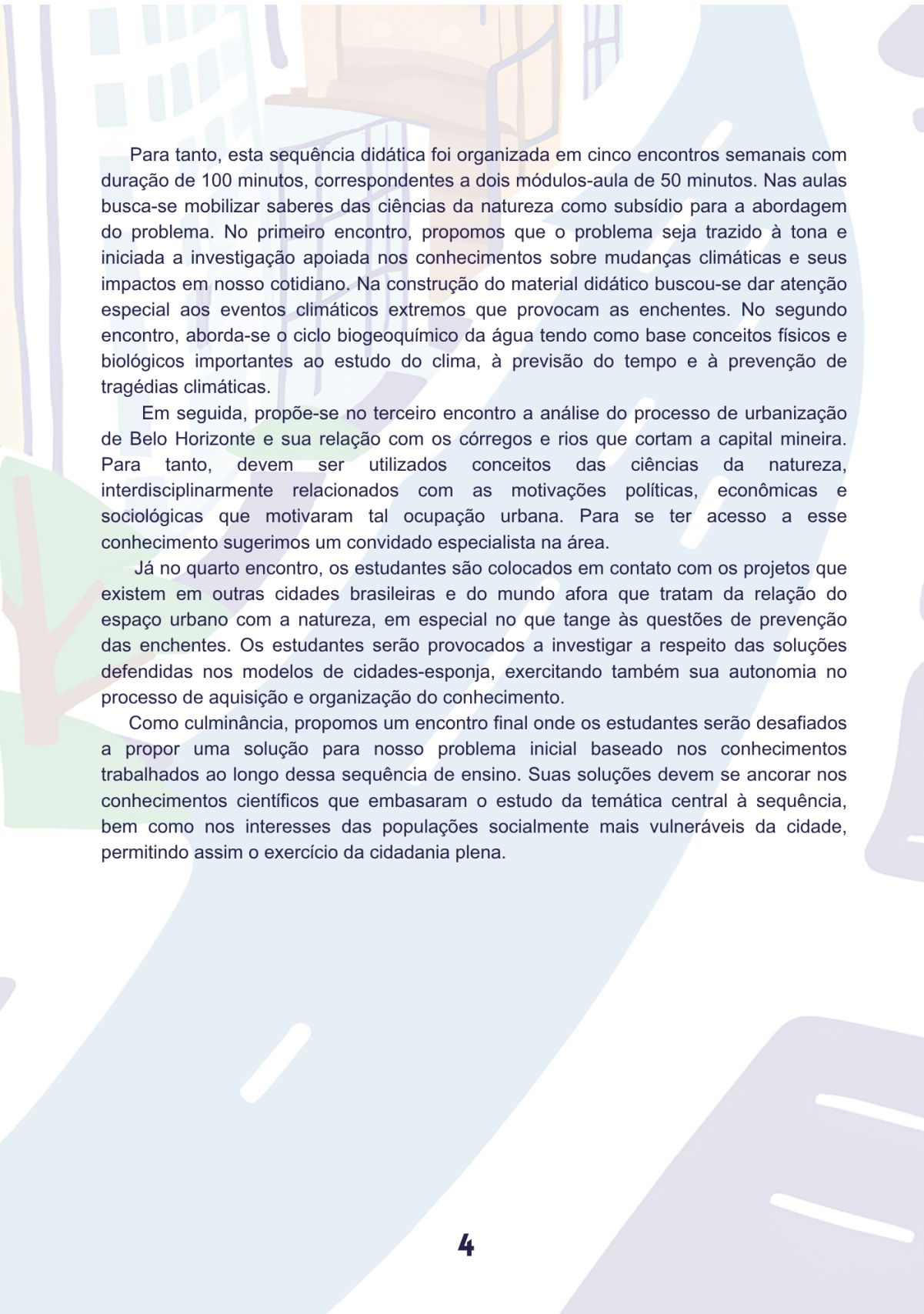
Para a construção desta sequência didática buscamos articular os princípios do enfoque Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTS/CTSA) com a pedagogia freireana. A escolha por esse pressuposto teórico-metodológico justifica-se pela tentativa de construir um ensino de ciências que busque criticar e superar o modelo de "educação científica bancária" (Barcellos, 2020) em nosso país.

Acreditamos que esta perspectiva pode abrir possibilidades para a construção de um ensino de ciências que esteja comprometido em evidenciar as relações entre os conceitos científicos e os problemas sociais e ambientais que vivenciamos. Sendo assim, é possível garantir que os estudantes além de compreenderem os conceitos historicamente acumulados das ciências, também possam vinculá-los a tais problemas no sentido de uma transformação social que construa um modelo de sociedade mais justo e igualitário.

Para tanto, a estrutura desta sequência didática foi inspirada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP), conforme apresentado por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Esta abordagem é dividida em problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento. Na próxima seção, "Fundamentação Teórica", aprofundamos estes conceitos acima apontados, relacionando-os com a construção desta sequência didática.

Partindo destes conceitos, esta sequência didática aborda o problema das enchentes em Belo Horizonte, com foco na região que compreende o Ribeirão Arrudas, na região Oeste de Belo Horizonte. Ao longo dessa sequência didática, os estudantes terão como tarefa buscar responder à pergunta: Quais as causas das enchentes na Avenida Tereza Cristina, na região Oeste de Belo Horizonte? E quais as possíveis soluções para esse problema, respeitando a natureza e os direitos da população que mora no entorno?

O foco no Ribeirão Arrudas se dá pela proximidade da escola a esse curso d'água. A região na qual se insere a comunidade escolar é constantemente afetada pelas enchentes ao longo da Avenida Tereza Cristina, tornando-se, desse modo, essencial que haja uma reflexão coletiva sobre esse problema e suas possíveis soluções.

A stylized illustration of a city street scene. In the background, there are buildings with windows and a street with a sidewalk. A large tree is on the left side. The foreground shows a road with white dashed lines. The overall style is flat and modern with a muted color palette.

Para tanto, esta sequência didática foi organizada em cinco encontros semanais com duração de 100 minutos, correspondentes a dois módulos-aula de 50 minutos. Nas aulas busca-se mobilizar saberes das ciências da natureza como subsídio para a abordagem do problema. No primeiro encontro, propomos que o problema seja trazido à tona e iniciada a investigação apoiada nos conhecimentos sobre mudanças climáticas e seus impactos em nosso cotidiano. Na construção do material didático buscou-se dar atenção especial aos eventos climáticos extremos que provocam as enchentes. No segundo encontro, aborda-se o ciclo biogeoquímico da água tendo como base conceitos físicos e biológicos importantes ao estudo do clima, à previsão do tempo e à prevenção de tragédias climáticas.

Em seguida, propõe-se no terceiro encontro a análise do processo de urbanização de Belo Horizonte e sua relação com os córregos e rios que cortam a capital mineira. Para tanto, devem ser utilizados conceitos das ciências da natureza, interdisciplinarmente relacionados com as motivações políticas, econômicas e sociológicas que motivaram tal ocupação urbana. Para se ter acesso a esse conhecimento sugerimos um convidado especialista na área.

Já no quarto encontro, os estudantes são colocados em contato com os projetos que existem em outras cidades brasileiras e do mundo afora que tratam da relação do espaço urbano com a natureza, em especial no que tange às questões de prevenção das enchentes. Os estudantes serão provocados a investigar a respeito das soluções defendidas nos modelos de cidades-esponja, exercitando também sua autonomia no processo de aquisição e organização do conhecimento.

Como culminância, propomos um encontro final onde os estudantes serão desafiados a propor uma solução para nosso problema inicial baseado nos conhecimentos trabalhados ao longo dessa sequência de ensino. Suas soluções devem se ancorar nos conhecimentos científicos que embasaram o estudo da temática central à sequência, bem como nos interesses das populações socialmente mais vulneráveis da cidade, permitindo assim o exercício da cidadania plena.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A construção desta sequência didática parte da inquietação sobre uma série de contradições que se aprofundam em nosso mundo. Em especial, àquela que se refere ao aumento das desigualdades sociais e destruição ambiental ao mesmo tempo que o desenvolvimento científico e tecnológico se acelera. Ao analisarmos de perto essa situação, concordamos com Martins (2022) que mostra como existe uma lógica privatizante em torno dos conhecimentos científicos e tecnológicos, indo contra a lógica da ciência e do conhecimento como um bem público, devendo estar a serviço do bem-estar da humanidade.

Auler e Delizoicov (2001) já haviam argumentado que existe uma perspectiva de “neutralidades das ciências” baseada em três mitos a respeito da Ciência e Tecnologia (CT): superioridade do modelo de decisões tecnocráticas, perspectiva salvacionista da CT e o determinismo tecnológico. Para os autores, essa concepção reforça um afastamento da população dos processos decisórios que envolvem a CT e reduz as possibilidades de utilização destes conhecimentos para a mitigação das desigualdades sociais que vivenciamos.

A fim de questionar a ideia de que o desenvolvimento científico e tecnológico levaria, de forma automática e linear, ao aumento da qualidade de vida da população como um todo, ao longo das décadas de 1960 e 1970 surgiu o movimento Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), como explica Bazzo (2001). Posteriormente, alguns autores defenderam a evidenciação do elemento Ambiente ao acrônimo diante do aumento da degradação ambiental por todo o globo, formando assim a sigla CTSA.

Concordamos com Luz, Queiroz e Prudêncio (2019) de que é possível utilizarmos ambos os termos como sinônimos. Por isso, aqui chamaremos de CTS/CTSA esse movimento que busca trazer à tona as relações intrínsecas entre o desenvolvimento da CT e seus impactos sociais e ambientais, bem como na democratização da decisão sobre as políticas que envolvem o desenvolvimento da própria CT a partir das necessidades da sociedade.

Esse movimento logo chegou também ao debate educacional, influenciando as discussões sobre o ensino de ciências. Pedretti e Nazir (2011) identificaram seis correntes principais da educação CTSA desenvolvidas ao longo dos últimos 40 anos, que resumimos no quadro abaixo.

CORRENTES DA EDUCAÇÃO CTS/CTSA

Corrente	Resumo dos seus objetivos e perspectivas
Aplicação e desenho	Foca na resolução de problemas por meio do desenvolvimento de novas tecnologias ou na modificação das tecnologias existentes, enfatizando atividades de investigação e o desenvolvimento de habilidades nos estudantes.
Abordagem histórica	Corrente que está voltada para a análise dos aspectos históricos e socioculturais da produção científica.
Raciocínio lógico e argumentação	Prioriza a compreensão de problemas para colaborar na tomada de decisões em questões sociocientíficas, baseando-se em evidências empíricas.
Valores e desenvolvimento moral	Concentra-se também na formação para a tomada de decisões, mas com ênfase na construção de valores e considerações éticas.
Perspectiva sociocultural e multiculturalismo	Busca entender a ciência e a tecnologia em suas relações socioculturais mais amplas, destacando as interconexões com os âmbitos políticos, econômicos e sociais.
Justiça socioambiental e ativismo	Corrente que se dedica à crítica e à busca de soluções para problemas socioambientais, promovendo a intervenção social dos indivíduos.

Embora haja uma grande polissemia no campo da educação CTS/CTSA (Luz, Queiroz e Prudêncio, 2019; Auler e Bazzo, 2001; Strieder e Kawamura, 2011), concordamos com Conrado (2017) ao afirmar que a característica que une as diversas possibilidades de educação CTSA é a busca por um ensino mais humanitário, que se baseia em maior contextualização, interdisciplinaridade e criticidade.

Acreditamos que esta sequência didática dialogue principalmente com as correntes de "valores e desenvolvimento moral" e "sociocultural e multiculturalismo". Contudo, acreditamos que ele se encaixa de maneira mais precisa na corrente de "justiça socioambiental e ativismo", dentro da classificação proposta.

Esse fato se dá porque dentro da polissemia do campo da educação CTS/CTSA buscamos nos referenciar nos pressupostos teórico-metodológicos da articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana (Almeida e Strieder, 2021; Auler e Delizoicov, 2015; Auler, 2021; Nascimento e Von Linsingen, 2006).

Essa articulação, a partir dos referenciais citados, tem diversas características que apresentamos resumidamente abaixo:

- **Temas como eixos orientadores do currículo:** Tanto na visão de Freire, como na perspectiva CTS/CTSA, a utilização de temas que tragam os conhecimentos para a realidade dos estudantes são privilegiados. Porém vale ressaltar que na perspectiva freireana os temas são mais locais, sendo a investigação temática a principal ferramenta de escolha desses eixos. Já na educação CTS/CTSA pode haver temas mais abrangentes e universais, sem necessariamente haver participação dos estudantes em suas escolhas (Auler; Dalmolin e Fenalti, 2009).
- **Interdisciplinaridade:** A interdisciplinaridade é parte integrante das duas perspectivas educacionais, estando fortemente presente como parte do paradigma dessa articulação. Vale ressaltar que nesse ponto, ao falarmos de interdisciplinaridade, não nos referimos apenas às disciplinas das ciências da natureza, mas também de outras áreas do conhecimento necessárias para as compreensões de todas as interações que podem surgir. Para tanto é necessário investir em um tipo de formação interdisciplinar dos docentes a fim de superar as visões compartimentadas do conhecimento (Nascimento e Von Linsingen, 2006).
- **Participação social:** A participação social aparece de diversos modos na articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana. Inicialmente, surge como a necessidade de que as decisões sobre CT sejam democratizadas, onde os indivíduos sejam formados para tal tomada de decisões a partir do momento que compreendem as relações complexas entre a CT, a sociedade e o ambiente. Reforça também que essas tomadas de decisão se dêem no campo educacional com uma participação efetiva de toda comunidade escolar na elaboração do currículo. Essa perspectiva dialoga diretamente com a visão de Freire, onde a formação dos indivíduos tem como um dos objetivos o conhecimento de suas realidade para a transformação social (Freire, 2020)

- **Formação cidadã:** Nascimento e Von Linsingen (2006) defendem uma cidadania tida como “progressista ou socialista democrática”, que segundo os autores também é defendida por Freire. Eles complementam ainda sustentando que o ensino de ciências pode ajudar a formar “cidadãos que tenham assegurado o exercício pleno de seus direitos e deveres em sociedade” (Nascimento e Von Linsingen, 2006, p. 113). Neste trabalho, ao falarmos de participação cidadã e do exercício da cidadania, referimo-nos à ampliação democrática no contexto em que vivemos, tendo como horizonte a abertura de possibilidades (ainda que distantes) para uma real emancipação humana (Tonet, 2005).
- **Problematização da Ciência e Tecnologia:** Nesse ponto, Almeida e Strieder (2021) destacam que o elemento de problematização da ciência e da tecnologia vincula-se à percepção de Freire (2019) de libertação e desmistificação de como o mundo é apresentado aos oprimidos. No caso da CT, questiona-se como ela é produzida e direcionada, propondo-se que ela também esteja a serviço do bem-estar da humanidade.


A partir desse referencial teórico, buscamos construir esta sequência didática inspirada nos Três Momentos Pedagógicos (3MP) propostos por Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Esses momentos pedagógicos são, por sua vez, um esforço de transposição da concepção pedagógica de Paulo Freire (2019) para o contexto da educação formal. Os 3MP, desse modo, mantêm uma relação direta com a metodologia de alfabetização proposta por Paulo Freire, estruturada nas fases de investigação, tematização e problematização.

Os 3MP são divididos em **problematização inicial, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento**.

Na **problematização inicial** são levantadas situações reais e desafiadoras vivenciadas pelos estudantes — as chamadas *situações-limite*, na perspectiva freireana — partindo do cotidiano dos educandos e utilizando o conhecimento popular e empírico como ponto de partida.

No segundo momento, a **organização do conhecimento**, busca-se aprofundar os fundamentos teóricos que sustentam a problemática levantada. Nessa etapa são trazidos os elementos teóricos historicamente construídos das disciplinas para que seja possível um maior entendimento sobre o problema existente.

E, por fim, o terceiro momento, denominado **aplicação do conhecimento**. Nessa etapa, após a apropriação dos saberes sistematizados, os estudantes são incentivados a estabelecer relações entre o conteúdo aprendido e situações concretas de seu cotidiano. Essa prática reforça a noção de práxis freiriana, compreendida como a articulação indissociável entre reflexão e ação.



Deste modo, esta sequência didática tem como foco um tipo de ensino de ciências que questiona a “tradição bancária na educação científica formal brasileira” (Kauano e Marandino, 2021, p. 2), a partir da articulação CTS/CTSA com a pedagogia freireana, tendo como suporte os 3MPs, na construção de suas aulas. Ao fazer isso concordamos com Linsingen (2007) que defende um ensino de Ciências diferente do atual, que observe as ciências não apenas em seus aspectos de conteúdo e disciplinares, mas de modo mais abrangente. Em suas palavras:

“a educação em ciências e tecnologia, assume um papel diferente do tradicional, estando muito mais comprometida com uma formação não para a ciência como coisa em si mesma, neutra e independente, mas como uma atividade social, com origem e fim social e por coerência, também política, econômica e culturalmente comprometida e referenciada.” (p. 17)

Esta sequência didática também se inspira em ideias como as de de Kauano e Marandino (2022), que ao concordar com Barcellos (2020), defendem a necessidade de um “radicalismo freireano”, entendido como “a busca máxima da coerência entre o que se diz e o que se faz”, a fim de “tensionar a realidade educativa brasileira na tentativa de movê-la de lugar”, construindo assim uma educação científica humanista e libertadora em suas diferentes fases (Freire, 2019).

OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Investigar as causas e propor soluções para o problema recorrente das enchentes na Avenida Teresa Cristina, localizada na cidade de Belo Horizonte, sob a perspectiva dos saberes mobilizados das Ciências da Natureza de modo socialmente comprometido com as populações mais vulneráveis da região

OBJETIVO ESPECÍFICOS

Utilizar de conceitos das ciências da natureza tais como pressão atmosférica, variação da temperatura, composição do solo, ciclo da água, correntes de convecção, dentre outros para investigar os eventos climáticos extremos vinculados às enchentes;

Compreender os recursos utilizados na prevenção às enchentes na cidade Belo Horizonte;

Investigar o processo de canalização de rios em Belo Horizonte sob a perspectiva de conceitos das ciências da natureza e seus efeitos sociais e ambientais;

Investigar modelos de gestão das águas em perímetros urbanos utilizados em outras cidades brasileiras e pelo mundo.

ENCONTRO 1

ENCHENTES: CULPA DE QUEM?

ORIENTAÇÕES GERAIS

Neste encontro, planejamos que seja desenvolvido o momento da **Problematização Inicial** nas primeiras etapas da aula. Orientamos que sejam valorizadas as percepções trazidas pelos estudantes, ao mesmo tempo que se questione a lógica e a organização de suas concepções. Além dessa etapa, neste encontro também é iniciado o momento da **Organização do Conhecimento**, com foco no funcionamento do clima e em como as mudanças climáticas impactam nossas vidas de forma geral e, em particular, na questão das enchentes.

OBJETIVOS

Analisar como os impactos da intervenção humana na natureza, como o aquecimento global, pode provocar eventos naturais extremos, como as enchentes, em nossas vidas.

ITENS DO CRMG

Calor e Temperatura;
Convecção;
Efeito Estufa

COMPETÊNCIAS E HABILIDADES DA BNCC

EM13CNT301

Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica;

MATERIAIS E RECURSOS

Sala de multimídia, roteiros de atividades impressas.

ENCONTRO 1 - ENCHENTES CULPA DE QUEM?

DINÂMICA DA AULA

1ª PARTE

Explicar aos estudantes o objetivo da sequência de aulas. Apresentar também o roteiro de atividades previsto, entregando cópias do planejamento simplificado da sequência de aulas a fim de orientar os estudantes a respeito das atividades que ocorrerão. Esclarecer a respeito das atividades avaliativas que ocorrerão ao longo da sequência de aulas. Nesse momento, também serão entregues Cadernos de Campo para cada aluno, que servirão como local de escrita e anotações dos estudantes a respeito das aulas, bem como um dos locais onde os estudantes responderão eventuais atividades avaliativas.

2ª PARTE

Apresentar vídeos sobre as enchentes que ocorreram em Belo Horizonte e em Minas Gerais nos últimos anos. Em seguida promover uma roda de discussão com os estudantes tendo como pergunta norteadora: Quais os principais responsáveis pela ocorrência dessas enchentes? Após a discussão deve ser dado um tempo para que os estudantes escrevam em seus Cadernos de Campo suas respostas à questão colocada a partir da discussão.

Essa parte busca fazer a problematização inicial sobre o tema desta sequência. Desse modo orienta-se que se fomente nos estudantes que explicitem suas reflexões iniciais sobre a questão.

3ª PARTE

Iniciar discussão sobre efeitos climáticos extremos e a relação com conceitos físicos, em especial variações de pressão e temperatura, além das correntes de convecção. Apresentação dos conceitos de El Niño/La Niña. Para realizar a exposição sobre El Niño e La Niña será utilizados recursos de simuladores das correntes marítimas e uma atividade experimental para demonstração das correntes de convecção. Após essa apresentação, deve-se discutir com os estudantes se eles observam essas mudanças climáticas nos últimos meses ou anos em suas vidas.

Nessa parte iniciamos o processo de organização do conhecimento, principalmente em seu aspecto de funcionamento climático e relação com os índices pluviométricos, bem como isso vem se modificando com as mudanças climáticas.

ENCONTRO 2 DE ONDE VEM TODA ESSA ÁGUA?

ORIENTAÇÕES GERAIS

Neste encontro, seguiremos com o momento da **Organização do Conhecimento**. O foco será não apenas no funcionamento do ciclo biogeoquímico da água, mas principalmente em perceber como atuamos na modificação desse ciclo e, conseqüentemente, no aprofundamento do problema das enchentes. Orientamos que os professores busquem chegar a essas conclusões tanto a partir da intervenção humana por meio da poluição e das mudanças climáticas, quanto pela impermeabilização do solo e pelo crescimento das cidades.

OBJETIVOS

Compreender o Ciclo Biogeoquímico da Água e suas alterações devido a fenômenos naturais extremos causados pelas mudanças climáticas.

ITENS DO CRMG

Ciclo da água;
Correntes de Convecção

HABILIDADE E COMPETÊNCIA DA BNCC

EM13CNT105

Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem conseqüências nocivas à vida

MATERIAIS E RECURSOS

Sala de multimídia, roteiros de atividades impressas

ENCONTRO 2 - DE ONDE VEM TODA ESSA ÁGUA

DINÂMICA DA AULA

1ª PARTE

Questionar os estudantes sobre quais são seus conhecimentos a respeito do Ciclo da Água. Em seguida apresentar o conceito de Ciclo da Água de forma oral e introdutória.

2ª PARTE

Dividir a sala em grupos, atribuindo a cada grupo um aspecto do ciclo hidrológico que deve ser estudado e apresentado aos colegas ao fim da aula.

Nessa parte seguimos no processo de organização do conhecimento. Aqui o foco será começar a perceber como a influência do ser humano pode alterar o ciclo hidrológico da água tornando a questão das enchentes um problema sério para as cidades.

3ª PARTE

Finalizar aula com experiência sobre evapotranspiração de plantas, exemplificando assim um dos aspectos do ciclo biótico da água, ou ciclo longo.

Nessa parte ainda buscamos a organização do conhecimento. Porém, focado agora em relacionar os conhecimentos do ciclo hidrológico com a preservação da natureza.

ENCONTRO 3

BH: CIDADE DE RIOS

ORIENTAÇÕES GERAIS

Neste encontro, além do momento da **Organização do Conhecimento**, também devem surgir situações do momento da **Aplicação do Conhecimento**, visto que iniciaremos a apresentação de exemplos de organização urbana que respeitam a natureza. A escolha do(s) mediador(es) deve buscar combinar especialistas nos aspectos da urbanização e suas relações com a natureza, bem como nos aspectos sociais desses processos. Além da explanação sobre os processos que levaram à urbanização que temos atualmente, devemos orientar o debate para a apresentação inicial de conceitos como o de cidade-esponja, mostrando que é possível organizar novos modelos de cidade que respeitem a natureza e os direitos das comunidades, utilizando os avanços que a Ciência e a Tecnologia oferecem.

OBJETIVOS

Compreender como se deu ao longo da história o processo de urbanização da cidade de Belo Horizonte, em especial no que tange as políticas públicas de relação com os córregos e rios, com foco na região do ribeirão Arrudas.

ITENS DO CRMG

Ciclo da água
Aquíferos
Lençóis freáticos

HABILIDADE E COMPETÊNCIA DA BNCC

EM13CNT310

Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, a fim de avaliar e/ou promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população

MATERIAIS E RECURSOS

Sala de multimídia, roteiros de atividades impressas

ENCONTRO 3 - BH: CIDADE DE RIOS

DINÂMICA DA AULA

1ª PARTE

Apresentação do vídeo motivador, seguido da apresentação do mediador da roda de conversa e início do processo de explanação e provocação sobre o tema. Sugere-se que a roda de conversa dure uma aula e seja feita de modo dialógico, fora do formato de palestras e de repasse de informações.

Nessa parte ainda buscamos organizar os conhecimentos. Porém o foco será em elementos da história da construção das grandes cidades, em especial de Belo Horizonte. Compreender as escolhas que levaram à escolha de construir cidades para a circulação de mercadorias, o crescimento urbano desorganizado e a desconsideração da preservação da natureza na formatação urbana são conhecimentos importantes que serão discutidos ao longo da aula.

2ª PARTE

Investigação sobre o escoamento da água em terrenos com diferentes tipos de cobertura a partir de experiência.

Seguindo com a organização do conhecimento, o experimento deve permitir que os estudantes viabilizem os prejuízos que podem ser causados pelas precipitações em regiões onde o desmatamento é mais intenso.

ENCONTRO 4

OUTRAS CIDADES SÃO POSSÍVEIS?

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Neste encontro, o momento da **Organização do Conhecimento** deve incentivar os estudantes no processo de sistematização dos conhecimentos sobre as questões urbanas e climáticas, agregadas aos conceitos científicos e tecnológicos que sustentam novas formas de combater as enchentes. Sugerimos incentivar os estudantes a também manifestarem visões críticas sobre as soluções, a fim de incentivá-los a adotar tais posturas diante de processos de tomada de decisão. Além disso, o encontro deve tratar do momento da **Aplicação do Conhecimento**, relacionando suas experiências com os saberes adquiridos, com o objetivo de pensar em possíveis soluções para o problema das enchentes.

OBJETIVOS

Conhecer outros modelos de urbanização e convivência com a natureza; Relacionar as soluções desses modelos urbanos com os conceitos das ciências da natureza e os aspectos políticos das decisões

ITENS DO CRMG

Matas ciliares;
Erosão do solo;
Composição de materiais;

HABILIDADE E COMPETÊNCIA DA BNCC

EM13CNT303

Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

MATERIAIS E RECURSOS

Sala de multimídia, roteiros de atividades impressas

ENCONTRO 4 - OUTRAS CIDADES SÃO POSSÍVEIS?

DINÂMICA DA AULA

1ª PARTE

Iniciar a aula exibindo para os estudantes no laboratório de ciências o vídeo (<https://globoplay.globo.com/v/12590689/>) com reportagem a respeito da ideia de cidades esponja, a fim de provocar nos estudantes a reflexão sobre modos diferentes de lidar com as enchentes.

2ª PARTE

A turma será dividida em grupos e em seguida serão distribuídos entre os jovens cartões com propostas para a redução de enchentes em ambientes urbanos que são os seguintes:

Bacias de retenção;
Asfalto permeável;
Praças-piscina e Parques alagáveis;
Telhados verdes e matas ciliares;

3ª PARTE

Serão colocados à disposição dos jovens textos, imagens e links de vídeos que devem nortear a pesquisa de cada grupo a respeito dos temas recebidos. Cada grupo também receberá um pequeno roteiro com perguntas e orientações sobre a apresentação que deve ser feita ao fim da aula.

4ª PARTE

Cada grupo, baseado no roteiro recebido, irá apresentar os resultados de suas pesquisas sobre cada tema, apontando também suas impressões pessoais a partir das suas discussões em cada grupo.

Essa é a última aula em que buscamos o momento de organização do conhecimento dos 3MP. Espera-se que os estudantes finalizem essa parte com maior repertório de soluções para o problema das enchentes, bem como relacionando-os com os conceitos sobre os quais são baseadas estas soluções.

ENCONTRO 5

QUERO MINHA CIDADE ASSIM!

ORIENTAÇÕES GERAIS

O último encontro busca, por meio do momento da **Aplicação do Conhecimento**, provocar nos estudantes uma postura ativista e participativa nos processos de transformação social e ambiental. Sugerimos que os estudantes sejam motivados a exercitar sua criatividade em seus projetos, procurando sempre relacionar os conhecimentos adquiridos com uma postura de respeito aos direitos sociais e à natureza.

OBJETIVOS

Elaborar e apresentar um mini projeto apontando quais as alternativas que os estudantes propõem para as Enchentes em sua região tendo como eixos orientadores o respeito aos direitos sociais e ambientais.

ITENS DO CRMG

Matas ciliares;
Erosão do solo;
Composição de materiais
Ciclo da água
Aquíferos
Lençóis freáticos
Calor e Temperatura;
Convecção;
Efeito Estufa

HABILIDADE E COMPETÊNCIA DA BNCC

EM13CNT302

Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos, elaborando e/ou interpretando textos, gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, por meio de diferentes linguagens, mídias, tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC), de modo a participar e/ou promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural e ambiental

MATERIAIS E RECURSOS

Cartolina, pinceis, lápis de cor,

ENCONTRO 5 - QUERO MINHA CIDADE ASSIM!

DINÂMICA DA AULA

1ª PARTE

Culminância da sequência. Os estudantes serão desafiados a propor uma solução para o problema das enchentes na Avenida Tereza Cristina tendo como referência os conceitos, ideias e elementos trabalhados na sequência de aulas. A turma será dividida em grupos. Será incentivado que os estudantes apresentem suas soluções utilizando outros recursos além da escrita, em especial gráficos, como desenhos, croquis, HQs, etc. Será dado um tempo para a produção e por fim cada estudante apresentará seus projetos.

2ª PARTE

Dinâmica de finalização da sequência didática com lanche coletivo e agradecimento pela participação dos estudantes na atividade.

REFERENCIAL TEÓRICO

ALMEIDA, Eliane dos Santos; STRIEDER, Roseline Beatriz. Releituras de Paulo Freire na Educação em Ciências: pressupostos da articulação Freire-CTS. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, p. e33278-24, 2021.

AULER, Décio. Freire, fermento entre os oprimidos: continua sendo?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e33706-1–30, 2021.

AULER, Décio; BAZZO, Walter Antonio. Reflexões para a implementação do movimento CTS no contexto educacional brasileiro. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 01, p. 01-13, 2001.

AULER, Décio; DALMOLIN, Antonio Marcos Teixeira; DOS SANTOS FENALTI, Veridiana. Abordagem temática: natureza dos temas em Freire e no enfoque CTS. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 2, n. 1, p. 67-84, 2009.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Alfabetização científico-tecnológica para quê?. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 3, p. 122-134, 2001.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Investigação de temas CTS no contexto do pensamento latino-americano. **Linhas críticas**, v. 21, n. 45, p. 275-296, 2015.

BARCELLOS, Marcília. Ciência não autoritária em tempos de pós-verdade. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1496-1525, 2020.

CONRADO, Dália Melissa. **Questões sociocientíficas na educação CTSA: contribuições de um modelo teórico para o letramento científico crítico**. 2017. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) – Universidade Federal da Bahia; Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufba.br/handle/ri/24732>. Acesso em: 1 abr. 2025.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002

REFERENCIAL TEÓRICO

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. Rio de Janeiro/São Paulo: Paz e Terra, 2020, 63. ed.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia do Oprimido*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019, 71. ed.

KAUANO, Rafael Vitame; MARANDINO, Martha. Paulo Freire na educação em Ciências Naturais: tendências e articulações com a Alfabetização Científica e o movimento CTSA. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. e35064-28, 2022.

LUZ, Rodrigo; QUEIROZ, Marcelo Bruno Araújo; PRUDÊNCIO, Christiana Andréa Vianna. CTS ou CTSA: o que (não) dizem as pesquisas sobre educação ambiental e meio ambiente?. *Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia*, v. 12, n. 1, p. 31-54, 2019.

MARTINS, Isabel P. Educação CTS/CTSA ainda é tema para discussão?. **Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad-CTS**, v. 17, n. 50, p. 123-129, 2022.

NASCIMENTO, Tatiana; VON LINSINGEN, Irlan. Articulações entre o enfoque CTS e a pedagogia de Paulo Freire como base para o ensino de ciências. *Convergência*, v. 13, n. 42, p. 95-116, 2006.

PEDRETTI, Erminia; NAZIR, Joanne. Currents in STSE education: Mapping a complex field, 40 years on. *Science education*, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2011.

TONET, Ivo. Cidadania ou emancipação humana. **Revista espaço acadêmico**, v. 44, n. 4, 2005.

STRIEDER, Roseline Beatriz; KAWAMURA, Maria Regina Dubeux. Educação CTS: parâmetros e propósitos brasileiros. **Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia**, v. 10, n. 1, p. 27-56, 2017.