

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
Programa de Pós-graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia
Júlio César Alves Andrade

**Alfabetização Científica por meio do tema água no Ensino Médio: do Ensino de Ciências
por Investigação às Tecnologias Sociais da Permacultura**

Diamantina
2025

Júlio César Alves Andrade

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DO TEMA ÁGUA NO ENSINO
MÉDIO: DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO ÀS TECNOLOGIAS
SOCIAIS DA PERMACULTURA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia – PPGECMAT da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maíra Figueiredo Goulart

**Diamantina
2025**

Catálogo na fonte - Sisbi/UFVJM

A553a Alves Andrade, Júlio César
2025 ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DO TEMA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO: DO
ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO ÀS TECNOLOGIAS SOCIAIS DA
PERMACULTURA [manuscrito] / Júlio César Alves Andrade. -- Diamantina,
2025.
103 p. : il.

Orientador: Prof. Maira Figueiredo Goulart.

Dissertação (Mestrado Profissional em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia) -- Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia, Diamantina, 2025.

1. Alfabetização Científica. 2. Ensino de Ciências por Investigação. 3. Feira de Ciências. 4. Permacultura. 5. Tecnologias Sociais. I. Figueiredo Goulart, Maira. II. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFVJM com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Este produto é resultado do trabalho conjunto entre o bibliotecário Rodrigo Martins Cruz/CRB6-2886 e a equipe do setor Portal/Diretoria de Comunicação Social da UFVJM

Júlio César Alves Andrade

**ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DO TEMA ÁGUA NO ENSINO
MÉDIO: DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO ÀS TECNOLOGIAS
SOCIAIS DA PERMACULTURA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia – PPGECMAT da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia.

Orientadora: Prof.^a Dra. Maíra Figueiredo Goulart

Data de aprovação: 28/01/2025


Prof.^a Dr.^a Maíra Figueiredo Goulart
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM


Prof. Dr. Geraldo W. Rocha Fernandes
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM


Prof.^a Dr.^a Marina de Lima Tavares
Faculdade de Educação - UFMG


Prof.^a Dr.^a Luciana de Resende Allain
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM


Prof.^a Dr.^a Maria do Perpetuo Socorro de Lima Costa
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM

Documento assinado digitalmente
 **MAIRA FIGUEIREDO GOULART**
Data: 11/02/2025 17:46:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **GERALDO WELLINGTON ROCHA FERNANDES**
Data: 12/02/2025 11:15:45-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **MARINA DE LIMA TAVARES**
Data: 19/02/2025 14:10:58-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **LUCIANA RESENDE ALLAIN**
Data: 13/03/2025 11:52:27-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
 **MARIA DO PERPETUO SOCORRO DE LIMA COSTA**
Data: 11/03/2025 14:57:14-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

AGRADECIMENTOS

A minha orientadora Prof^a Dr^a Maíra por não desistir de me motivar. E aos demais professores do PPGECMAT por terem compartilhado um pouco de suas experiências e de nos mostrar que é possível alçar voos mais altos.

Aos membros da banca, pela disponibilidade em avaliar este trabalho.

Aos coautores que nestes trabalhos nos deram contribuições significativas.

À minha família, mãe e irmãs que sempre me motivaram e nunca me deixaram desistir de meus sonhos.

À minha sogra, minha segunda mãe. Que sempre me acolheu e me encorajou em momentos delicados.

À minha alma gêmea, minha amada esposa. Que junto de nossos filhos, sempre me encorajou e sempre me abriu os olhos para questões que não consegui perceber com ingenuidade.

Aos meus colegas de turma, foram excelentes momentos em que compartilhamos angústias e trocamos experiências.

Aos meus colegas de trabalho, na Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe em Congonhas do Norte, local de coleta de dados e aos meus alunos do ensino médio que me forneceram oportunidades junto dos Licenciandos do Curso de Biologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri – UFVJM para que este trabalho pudesse ser realizado.

“É preciso ter esperança, mas ter esperança do verbo esperar; porque tem gente que tem esperança do verbo esperar. E esperança do verbo esperar não é esperança, é espera. Esperançar é se levantar, esperançar é ir atrás, esperançar é construir, esperançar é não desistir! Esperançar é levar adiante, esperançar é juntar-se com outros para fazer de outro modo...”

Paulo Freire

RESUMO

Os trabalhos que compõem esta dissertação tiveram como palco a Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, em Congonhas do Norte, Minas Gerais, e foram desenvolvidos ao longo do ano letivo de 2023. O objetivo geral foi desenvolver e analisar atividades educativas investigativas sobre o tema água em diálogo com as Tecnologias Sociais, buscando reconhecer a contribuição das mesmas na Alfabetização Científica e para a formação de professores. O primeiro passo foi o desenvolvimento de atividades que contaram com a participação de educadoras da ONG Contraponto e de professoras e licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Com apoio destes parceiros, foi apresentado e discutido com as turmas de Ensino Médio de Tempo Integral as Tecnologias Sociais da Permacultura, isto é: métodos desenvolvidos em interação com a comunidade para a dissolução de problemas relacionados à habitação, alimentação, água, energia e etc. Foi também problematizado o fato do município não apresentar saneamento básico adequado e a partir daí foi desenvolvida uma sequência investigativa sobre a temática água que envolveu a avaliação da qualidade do rio local. A culminância das atividades foi a realização de uma Feira de Ciências que propiciou o compartilhamento das vivências e dos aprendizados. As repercussões dessas atividades educativas para os estudantes da educação básica e para licenciandos proponentes das mesmas foram investigadas com os objetivos: 1) Analisar os desafios e oportunidades do Ensino de Ciências por Investigação e identificando o processo de Alfabetização Científica entre estudantes da educação básica e 2) Analisar a percepção dos licenciandos sobre o processo de planejamento e desenvolvimento dessas atividades. Para alcançar esses objetivos, foram realizadas pesquisas de abordagem qualitativa e de natureza exploratória-descritiva, focaram dados provenientes dos estudantes da educação básica (tais como gravações do desenvolvimento das atividades e roteiros de atividades práticas) e dos licenciandos (Grupo Focal). Os dados foram submetidos à Análise Textual Discursiva. De maneira geral, os alunos apresentaram habilidade de decodificar, interpretar e estabelecer relações entre áreas de conhecimento, pressupostos da Alfabetização Científica o que, no entanto, não se deu de forma isenta de desafios. Para os licenciandos, o Ensino de Ciências por Investigação é uma abordagem ativa de ensino na qual o professor é o mediador do processo, o que o torna diferente do ensino tradicional. Esta metodologia é relevante no processo de ensino-aprendizagem e que é gratificante para os licenciandos a oportunidade de acompanhar o engajamento e a construção de conhecimento por parte dos alunos.

Palavras-chave: Alfabetização Científica, Ensino de Ciências por Investigação, Feira de Ciências, Permacultura, Tecnologias Sociais

ABSTRACT

The studies that make up this dissertation took place at Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, in Congonhas do Norte, Minas Gerais, and were carried out throughout the 2023 academic year. The main objective was to develop and analyze investigative educational activities on the topic of water in dialogue with Social Technologies, aiming to recognize their contribution to Scientific Literacy and teacher training. The first step was the development of activities involving educators from the NGO Contraponto, as well as teachers and undergraduate students from the Biological Sciences program at the Federal University of Vales do Jequitinhonha and Mucuri. With the support of these partners, Social Technologies of Permaculture were presented and discussed with the Full-Time High School classes. These technologies involve methods developed in interaction with the community to address issues related to housing, food, water, energy, and more. Additionally, the fact that the municipality lacks adequate basic sanitation was problematized. From this, an investigative sequence on the theme of water was developed, which included evaluating the quality of the local river. The culmination of these activities was the organization of a Science Fair, providing an opportunity to share experiences and learning outcomes. The impact of these educational activities on both basic education students and the undergraduate students who proposed them was investigated with the following objectives: 1) To analyze the challenges and opportunities of Inquiry-Based Science Teaching and identify the process of Scientific Literacy among basic education students. 2) To analyze the perception of undergraduate students regarding the planning and development of these activities. To achieve these objectives, qualitative and exploratory-descriptive research was conducted, focusing on data collected from basic education students (such as recordings of activity development and practical activity scripts) and undergraduate students (Focus Group discussions). The data were subjected to Discursive Textual Analysis. In general, students demonstrated the ability to decode, interpret, and establish connections between different areas of knowledge—key aspects of Scientific Literacy—although not without challenges. For the undergraduate students, Inquiry-Based Science Teaching is an active teaching approach in which the teacher acts as a mediator in the learning process, distinguishing it from traditional teaching methods. They found this approach relevant to the teaching-learning process and considered it rewarding to witness students' engagement and knowledge construction.

Keywords: Scientific Literacy, Inquiry-Based Science Teaching, Science Fair, Permaculture, Social Technologies

LISTA DE FIGURAS

Capítulo III:

Figura 1. Localização de Congonhas do Norte, Minas Gerais.....	27
Figura 2. Imagem de satélite da sede municipal de Congonhas do Norte, Minas Gerais (A) com destaque para a localização da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe (B)	29
Figura 3. Fotografias da fachada e do pátio interno da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe	29
Figura 4. Atividade sobre Bacia de Evapotranspiração (BET)	32
Figura 5. Atividade de campo em diferentes trechos do rio que abastece a Congonhas do Norte	34
Figura 6. Atividades sobre características físicas e químicas da água e sobre erosão	35
Figura 7. Atividades sobre microrganismos que vivem na água	36

Capítulo IV:

Figura 1. Feira de Ciências com a exposição de maquetes e modelos das tecnológicas sociais da Permacultura: A) Filtro Biológico, B) Bacia de Evapotranspiração, C) Captação de Água de Chuva e D) Aquecedor Solar de Baixo Custo	47
--	----

Capítulo V:

Figura 1. Alunos da educação básica investigando diferentes trechos do rio que abastece a cidade	55
Figura 2. Alunos da educação básica analisando o pH de amostras de água	56
Figura 3. Experimento com talco em amostra de água que demonstra a existência da tensão superficial da água e sua quebra na presença de detergente	57
Figura 4. Demonstração sobre erosão do solo e consequente assoreamento dos rios	57
Figura 5. Placas com semeadura a partir de amostras de água mostrando o desenvolvimento de fungos e bactérias após sete dias de incubação	58

Capítulo VIII:

Figura 1. Esquema representativo da Bacia de Evapotranspiração	83
Figura 2. Esquema representativo do Filtro Biológico	83
Figura 3. Esquema representativo do Aquecedor Solar de Baixo Custo	84
Figura 4. Esquema representativo do Sistema de Captação de Água de Chuva	85
Figura 5. Confecção de modelo de um Aquecedor Solar de Baixo Custo	87
Figura 6. Feira de Ciências com a exposição de maquetes e modelos das tecnológicas sociais da Permacultura: A) Filtro Biológico, B) Bacia de Evapotranspiração, C) Captação de Água de Chuva e D) Aquecedor Solar de Baixo Custo	96
Figura 7. Visitação na Feira de Ciências	97

LISTA DE QUADROS

Capítulo II:

Quadro 1. Caracterização do grau de liberdade intelectual dado pelo professor (P) ao aluno (A) nas atividades investigativas.....	20
Quadro 2. Detalhamento do grau de liberdade intelectual.....	20
Quadro 3. Princípios da Permacultura.....	22

Capítulo III:

Quadro 1. Atividade sobre Bacia de Evapotranspiração (BET)	31
Quadro 2. Categorização da ATD para o <i>corpus</i> referente aos estudantes da educação básica	39
Quadro 3. Categorização da ATD para o <i>corpus</i> referente aos licenciandos	39

Capítulo IV:

Quadro 1. Competências e suas respectivas habilidades descritas na BNCC para a área de o conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio, bem como princípios e domínios da Permacultura relacionados	42
--	----

Capítulo V:

Quadro 1. Elementos das Atividades Investigativas em Ensino de Ciências (AIEC) e suas respectivas etapas da investigação, conforme Fernandes; Allain e Dias (2022)	53
Quadro 2. Detalhamento das Atividades Investigativas em Ensino de Ciências (AIEC)	55

Capítulo VI:

Quadro 1. Elementos das Atividades Investigativas em Ensino de Ciências e suas respectivas etapas	62
---	----

Capítulo VIII:

Quadro 1. Tecnologias Sociais da Permacultura, conforme Calvão e Gama (2022)	83
Quadro 2: Materiais e procedimentos para a elaboração de maquetes, modelos e protótipos das Tecnologias Sociais da Permacultura	87

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AC – Alfabetização Científica

AI – Atividade Investigativa

AIEC – Atividade Investigativa em Ensino de Ciências

ASBC – Aquecedor Solar de Baixo Custo

ATD – Análise Textual Discursiva

BET – Bacia de Evapotranspiração

BNCC – Base Nacional Comum Curricular

CRMG – Currículo Referência de Minas Gerais

GEPP – Grupo de Estudos e Práticas de Permacultura

EMTI – Ensino Médio em Tempo Integral

ENCI – Ensino de Ciências por Investigação

ENEBIO – Encontro Nacional de Ensino de Biologia

ENECI – Encontro Nacional de Ensino por Investigação

GF – Grupo Focal

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

OC – Objeto de Conhecimento

ONG – Organização Não Governamental

PNE – Plano Nacional de Educação

SEI – Sequencia de Ensino Investigativa

TS – Tecnologia Social

UFVJM – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri

UNESCO/MaB – Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciências e a Cultura/
Homem e a Biosfera

UTE – Unidade Territorial Estratégica

SUMÁRIO

Capítulo I:

INTRODUÇÃO.....	13
-----------------	----

Capítulo II:

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	16
1. Alfabetização Científica	28
2. Ensino de Ciências por Investigação	31
3. Tecnologias Sociais da Permacultura	33
Referências Bibliográficas	36

Capítulo III:

METODOLOGIA.....	27
1. Área e Público do Estudo	27
2. Desenvolvimento das atividades educativas.....	30
3. Metodologia da Pesquisa	36
Referências Bibliográficas	40

Capítulo IV:

DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES EDUCATIVAS E FEIRA DE CIÊNCIAS SOBRE TECNOLOGIAS SOCIAIS DA PERMACULTURA	41
1. Introdução.....	41
2. Desenvolvimento	44
2.1 Área e público das ações educativas.....	44
2.2 Atividades educativas	44
2.3 Feira de Ciências	46
2.4 Articulação com competências e habilidades da BNCC	48
3. Considerações finais	49
Referências Bibliográficas.....	50

Capítulo V:

IMPACTOS AMBIENTAIS NOS ECOSSISTEMAS: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE NA POLUIÇÃO DOS RIOS	52
1. Apresentação do recurso educacional.....	52
2. Detalhamento do recurso educacional	53
3. Agradecimentos	59
Referências Bibliográficas	59

Capítulo VI:

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM O TEMA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO

1. Introdução.....	60
2. Metodologia.....	61
2.1 Caracterização da Pesquisa.....	61
2.2 Área e público de estudo	61
2.3 Desenvolvimento das Atividades Investigativas	62
2.4 Técnicas e instrumentos de coleta de dados	63
3. Resultados e Discussão.....	64
4. Considerações finais	68
Referências Bibliográficas.....	69

Capítulo VII:

A PERCEPÇÃO DE LICENCIANDOS SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO NA ABORDAGEM DO TEMA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO

1. Introdução.....	71
2. Metodologia.....	72
3. Resultados e Discussão.....	73
4. Conclusão	77
Referências Bibliográficas.....	77

Capítulo VIII:

RELATÓRIO DO PRODUTO EDUCACIONAL: FEIRA DE CIÊNCIAS SOBRE AS TECNOLOGIAS SOCIAIS DA PERMACULTURA

1. Considerações iniciais	79
2. Introdução.....	80
3. Tecnologias Sociais	81
4. Ações educativas	85
5. Discussão	97
Referências Bibliográficas	99

Capítulo IX:

CONSIDERAÇÕES FINAIS

101

Capítulo I:

INTRODUÇÃO

Esta dissertação nasceu da minha experiência enquanto professor de ciências da educação básica e diretor de uma escola estadual, bem como do meu anseio em contribuir para o desenvolvimento de um processo de ensino e aprendizagem efetivo no alcance da Alfabetização Científica e do desenvolvimento crítico dos alunos.

A pesquisa e as ações educativas aqui narradas foram desenvolvidas na Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, em Congonhas do Norte, Minas Gerais, onde atuo como professor e atualmente estou como gestor. Elas foram realizadas em 2023, quando foram desenvolvidos dois projetos com as turmas do Ensino Médio em tempo integral. O primeiro projeto, “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando cidadãos para a sustentabilidade”, foi proposto pela ONG Espaço Educacional Contraponto em conjunto com o Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e com a referida Escola, com o objetivo de desenvolver ações educativas relacionadas às Tecnologias Sociais da Permacultura. O segundo projeto é intitulado “Água e Território: conhecendo os recursos hídricos no contexto da minha comunidade”, é uma proposta do Governo de Minas Gerais, oriundo do Prêmio Escola Transformação, devido ao alcance de bom desempenho da referida escola em avaliações sistêmicas. Este segundo projeto complementa o primeiro, eles foram desenvolvidos de forma concomitante, com o mesmo público e no mesmo contexto. Maior detalhamento sobre os projetos está narrado no Capítulo 3: Metodologia.

Aqui, cabe ressaltar que as ações educativas desenvolvidas e investigadas foram caracterizadas pela parceria entre escola, sociedade civil organizada (ONG) e universidade. Um cenário de parcerias precioso, complexo e difícil de ser alcançado, mas promissor na promoção da indissociabilidade entre o ensino-pesquisa-extensão. Embora não seja isento de desafios, a concretude dessa parceria possibilita uma relação transformadora entre universidade e sociedade, ao reconhecer a complexidade da realidade social e a necessidade da superação de um discurso de hegemonia acadêmica, substituindo-o pela ideia de uma aliança que contribua para a construção de uma sociedade mais justa, ética e democrática.

Foi durante o desenvolvimento desses projetos que se deu a elaboração da dissertação. Em seu texto são narradas as atividades educativas e também as investigações científicas realizadas a partir do desenvolvimento das mesmas. A dissertação tem o objetivo geral de

desenvolver e analisar atividades educativas investigativas sobre o tema água em diálogo com as Tecnologias Sociais, buscando reconhecer a contribuição das mesmas para a Alfabetização Científica e para a formação de professores. Os objetivos específicos foram: a) analisar os desafios e oportunidades do Ensino de Ciências por Investigação e identificando o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes da educação básica; e b) analisar a percepção dos licenciandos sobre o processo de planejamento, desenvolvimento e avaliação dessas mesmas atividades de Ensino de Ciências por Investigação.

Estrutura da Dissertação

Esta dissertação é constituída por nove capítulos e é apresentada no formato *multipaper*, trazendo capítulos introdutórios, uma sequência de quatro capítulos que são artigos científicos, seguido do capítulo que traz o relatório do Produto Educacional e finalizando com as Considerações Finais.

Neste primeiro capítulo, apresento ao leitor o contexto em que a dissertação foi desenvolvida e sua estrutura. O segundo capítulo traz a Fundamentação Teórica, abordando os temas importantes que irão compor as discussões dos capítulos seguintes: Ensino de Ciência por Investigação, Alfabetização Científica, Permacultura e Tecnologias Sociais. O terceiro capítulo apresenta a Metodologia tanto das ações educativas desenvolvidas quanto das pesquisas realizadas a partir delas, além de descrever a área e público analisados.

Os capítulos seguintes (4, 5, 6 e 7) são os artigos que foram escritos para dois eventos científicos de 2024: o III ENECI – Encontro de Ensino por Investigação, ocorrido em maio, e o IX ENEBIO – Encontro Nacional de Ensino de Biologia, ocorrido em outubro. Os quatro artigos partem do mesmo contexto: o desenvolvimento de atividades educativas investigativas sobre o tema água em diálogo com as Tecnologias Sociais realizadas com as turmas de Ensino Médio da Escola de Congonhas do Norte. Apesar dessa integração, são artigos avulsos, com textos independentes entre si e que podem ser lidos em qualquer ordem. Sugerimos, no entanto, a leitura na ordem em que aparecem na dissertação para facilitar a contextualização. Uma breve descrição sobre esses capítulos se encontra a seguir.

O capítulo 4 é um relato de experiência sobre atividades educativas desenvolvidas na referida Escola relacionadas às Tecnologias Sociais da Permacultura. A proposta foi problematizar questões ambientais vivenciados pela comunidade e oportunizar uma aproximação com as tecnologias: Captação de Água de Chuva, Aquecedor Solar de Baixo

Custo, Filtro Biológico e Bacia de Evapotranspiração. As atividades culminaram com o compartilhamento dos aprendizados com a comunidade por meio de uma Feira de Ciências.

O capítulo 5 traz a descrição de uma sequência didática baseada no Ensino de Ciências por Investigação elaborada por licenciandos e desenvolvida com os alunos do Ensino Médio. Nela, conteúdos que dialogam com os impactos ambientais são contextualizados em atividades investigativas sobre poluição de rios e características físicas, químicas e biológicas de amostras de água limpa e poluída.

Os capítulos seguintes, 6 e 7, são artigos científicos que narram pesquisas desenvolvidas a partir das atividades educativas descritas no capítulo anterior. Primeiramente, investigamos os desafios e oportunidades do Ensino de Ciências por Investigação e buscamos identificar e caracterizar o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes da educação básica. Posteriormente, investigamos a percepção dos licenciandos sobre o processo de planejamento, desenvolvimento e avaliação dessas mesmas atividades de Ensino de Ciências por Investigação.

O capítulo 8 traz a descrição do Produto Educacional no formato de relatório. No relatório consta, sobretudo, a descrição do processo de elaboração de uma Feira de Ciências que foi o ponto culminante das ações educativas.

Por fim, o capítulo 9 traz as Considerações Finais, reflexões sobre a experiência vivenciada bem como uma discussão conjunta dos resultados obtidos.

Boa leitura!

Capítulo II:

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo apresento uma descrição dos temas Alfabetização Científica, Ensino de Ciências por Investigação e Permacultura e suas Tecnologias Sociais que fundamentam as teorias e discussões abordadas neste estudo.

1. A Alfabetização Científica

Alfabetização Científica (AC) é um termo bastante utilizado no contexto do Ensino de Ciências, ele engloba diversos significados e propostas, havendo ainda a necessidade de uma busca por consenso (Milaré; Richetti, 2021). Sua conceituação é ampla e por vezes controversa, havendo diversas opiniões sobre como definir e caracterizar a AC (Carvalho; Sasseron, 2011), processo que por alguns autores é também designado como Letramento Científico (Milaré; Richetti, 2021). Nesta dissertação, adoto o conceito de AC conforme os autores Sasseron e Machado (2017), segundo os quais, este é um processo no qual o Ensino de Ciências é desenvolvido de forma a favorecer que o educando possa resolver problemas cotidianos e a tomada de decisões fundamentada no conhecimento científico em questões que influenciam sua vida e seu futuro. Neste contexto, a AC objetiva o uso de conhecimentos e habilidades científicos em um contexto social, seja na perspectiva de contribuir para o desenvolvimento da sociedade, seja para ampliar as possibilidades da participação e atuação na sociedade. Apesar da amplitude de possibilidades na conceituação da AC, a centralidade desse objetivo principal é reconhecida pelos teóricos do Ensino de Ciências (Milaré; Richetti, 2021).

Sobre a adoção do termo Alfabetização para nomear este processo, Milaré e Richetti (2021, p. 27-28) esclarecem que ele “designa um tipo de saberes, de capacidades ou de competências que, em nosso mundo técnico-científico, corresponderá o que foi a alfabetização no século passado”, uma vez que saber ler e escrever era fundamental da dignidade humana naquela sociedade, hoje a compreensão da ciência e a habilidade em saber lidar com as novas tecnologias aparenta ser essa nova condição de dignidade. Esses autores complementam que, nesse caso, alfabetização não se restringe ao reconhecimento da linguagem, mas faz com que

educando seja capaz de cultivar e exercer práticas sociais relacionadas a ela. Por isto, muitos autores aproximam a definição de AC das ideias de alfabetização de Paulo Freire, para quem:

a alfabetização é mais que simples domínio psicológico e mecânico de técnicas de escrever e de ler. É o domínio destas técnicas em termos conscientes. [...] Implica numa autoformação de que possa resultar uma postura interferente do homem sobre seu contexto. (Freire, 1980, p.111)

Paulo Freire ainda concebe a alfabetização como um processo que permite o estabelecimento de conexões entre o mundo em que a pessoa vive e a palavra escrita; e de tais conexões nascem os significados e as construções de saberes:

“De alguma maneira, porém, podemos ir mais longe e dizer que a leitura da palavra não é apenas precedida pela leitura do mundo mas por uma certa forma de ‘escrevê-lo’ ou de ‘reescrevê-lo’, quer dizer, de transformá-lo através de nossa prática consciente. Este movimento dinâmico é um dos aspectos centrais, para mim, do processo de alfabetização.” (Freire, 2005, p.20)

Desse modo, alfabetizar científica e tecnologicamente implica em um processo de conscientização no uso dos conhecimentos científicos e tecnológicos, associados a outros tipos de conhecimentos e aspectos, que pode transformar as pessoas e, consequentemente, interferir nos contextos sociais, políticos e econômicos (Milaré; Richetti, 2021). Neste sentido, ao reconhecer a importância da AC, entendemos que a aprender Ciências não é importante somente para aqueles que desejam seguir carreira em áreas relacionadas à ciência, tecnologia, engenharia e matemática, mas também para todos que desejam se tornar cidadãos informados, comprometidos e capazes de emitir opinião crítica. Uma pessoa cientificamente alfabetizada compreende a Ciência, sua utilidade e limitações, entende a necessidade de transformação do mundo e é capaz de tomar decisões, isso tudo se dá pois ela é capaz de distinguir fatos científicos de opiniões ou pseudociências, além de compreender o que são teorias, evidências, como se dá o trabalho do cientista, o que envolve, naturalmente, reconhecer a provisoriedade das descobertas científicas, bem como a existência de uma vertente política e social nas Ciências (Milaré; Richetti, 2021).

E como verificar se, quando, como e quanto de AC está de fato sendo alcançada no Ensino de Ciências? Conforme Lorenzetti (2021), diversos autores já traçaram propostas com este objetivo, nesta dissertação adotamos as categorias de níveis de AC propostas por Bybee (1995), cujas ideias são assim sintetizadas por Lorenzetti (2021):

Bybee (1995) discute a Alfabetização Científica, estendendo o seu conceito para um nível de compreensão dos significados que os conceitos científicos incorporam. A ênfase concentra-se nos processos de incorporação do conhecimento científico, centrando-se no processo de ensino-aprendizagem, de como os alunos se apropriam do conhecimento científico. Estas categorias estão relacionadas ao ambiente escolar. (Lorenzetti, 2021, p. 61)

As categorias de Bybee são aqui apresentadas de acordo com as descrições de Carvalho e Sasseron (2011) e Lorenzetti (2021). Para Bybee, o nível mais simples (até mesmo simplório) de AC é chamado Alfabetização Científica Nominal. Neste nível, o indivíduo entende que um termo, uma questão ou um tópico é de natureza científica, mas pouco mais saberá sobre isso, caracterizando uma compreensão meramente simbólica dos fenômenos que pode levar a equívocos e encaminhamentos ou tomadas de decisão ingênuos.

O segundo nível, chamado Alfabetização Científica Funcional é o mínimo que se pode esperar no Ensino de Ciências. De acordo com a idade dos educandos, a fase do desenvolvimento e o nível da educação, os estudantes devem se mostrar aptos a ler e escrever passagens que incluem vocabulário científico e tecnológico. A apropriação desse vocabulário está relacionada a aquisição de conceitos científicos apropriados e adequados.

O nível seguinte, de maior complexidade do que o anterior, é chamado Alfabetização Científica Conceitual e Procedimental, nele verifica-se que os estudantes compreendem métodos e processos de investigação como levantamento de hipóteses, o que permite uma discussão mais aprofundada de um experimento ou descoberta científica e a percepção de que conceitos de uma área científica se relacionam com outras. Ou seja, espera-se que esses estudantes possuam conhecimentos sobre os processos e ações que fazem das ciências um modo peculiar de se construir conhecimento sobre o mundo

Por fim, a categoria de maior complexidade é a Alfabetização Científica Multidimensional, na qual os estudantes demonstram condições de adquirir, explicar e aplicar os conhecimentos científicos na solução dos seus problemas diários. Nesta categoria são encontrados todos elementos das categorias anteriores: a necessidade de que os estudantes conheçam o vocabulário das ciências e saibam utilizá-lo de maneira adequada, e a importância que também compreendam como a ciência constrói conhecimento dos fenômenos naturais, para que, assim, percebam o papel das ciências e tecnologias em sua vida e entendam e analisem racionalmente estas relações. Este é o nível de compreensão que se almeja alcançar no Ensino de Ciências ao desenvolver habilidades cognitivas que possibilitam ao aluno compreender a dinâmica e o significado da ciência e, a partir disso, compreender assuntos relacionados, bem como se posicionar criticamente diante de situações problema e nas tomadas de decisões em seu cotidiano.

2. O Ensino de Ciências por Investigação

O Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) é considerado como catalisador do processo de Alfabetização Científica. O ENCI é uma abordagem didática que trabalha o processo de investigação na prática, ou seja, é uma maneira de ensinar Ciências por meio do desenvolvimento de atividades investigativas e tem o objetivo de introduzir, na prática escolar, uma cultura científica baseada na observação, coleta de dados, estabelecimento de hipóteses, argumentações e discussões e, com isso, estimular o estudante a pensar, indagar, discutir e verificar possibilidades por meio de situações-problema (Sasseron, 2015; Ferraz; Sasseron, 2017). Dessa forma, o ENCI possibilita que os alunos ampliem a cultura científica e se apropriarem da linguagem argumentativa própria das ciências (Carvalho, 2013).

Fernandes *et al.* (2022) esclarecem o ENCI:

Sua proposta é baseada em um referencial construtivista, segundo o qual o aluno é o “construtor” de sua aprendizagem, configurando-se assim, em um sujeito ativo na construção do conhecimento: pela capacidade de criar um raciocínio crítico frente a situações-problemas, de expandir seu conhecimento da sala de aula para o seu cotidiano e, em âmbito social, de estabelecer relações interpessoais entre colegas e professor. (Fernandes *et al.*, 2022, p. 233).

Apesar do protagonismo dado ao aluno no ENCI, o professor permanece como uma figura chave no desenvolvimento de atividades investigativas, ele deve atuar de forma diferente do método tradicional visando despertar a autonomia do aluno, a cooperação, o papel do erro na construção do conhecimento e a interação professor-aluno (Carvalho, 2013). Desse modo, o ENCI valoriza a parceria entre professor e aluno, e entre os alunos, por meio do engajamento da turma em discussões, resolução de problemas, análise e comparação de raciocínios, entre outros (Ferraz; Sasseron, 2017).

O ENCI é aplicado por meio de Atividades Investigativas (AI) ou por meio de uma Sequência de Ensino Investigativo (SEI), conforme definido por Carvalho (2013):

[...] sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em cada atividade é planejada, do ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciar os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor, passando do conhecimento espontâneo ao científico e adquirindo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores (Carvalho, 2013, p.9).

Para o planejamento de uma SEI e/ou AI, a principal diretriz é elaboração de um bom problema a ser investigado e a determinação de qual grau de liberdade intelectual será dado aos alunos. Quanto ao problema a ser investigado, ele é considerado adequado quando dá condições

para que os alunos o resolvam ao levantar hipóteses, determinar variáveis, argumentar e discutir, preferencialmente, relacionando e utilizando o que aprendeu no processo investigativo com outras disciplinas e conteúdos científicos e com seu cotidiano (Carvalho, 2018; Fernandes *et al.*, 2022).

O professor pode definir o problema previamente, bem como pré-estabelecer as atividades que serão conduzidas, o que caracteriza um ensino mais diretivo. Mas, por outro lado, ele pode também definir o problema e as atividades em conjuntos com a turma, elementos de um processo mais desejável do ENCI. Estas opções do professor se referem a diferentes modelos metodológicos nos quais variáveis graus de liberdade intelectual é dado aos alunos. Estes modelos metodológicos são identificados por Carvalho (2018) e sintetizados nos quadros abaixo conforme Fernandes *et al.* (2022).

Quadro 1. Caracterização do grau de liberdade intelectual dado pelo professor (P) ao aluno (A) nas atividades investigativas.

	Grau 1	Grau 2	Grau 3	Grau 4	Grau 5
Problema	P	P	P	P	A
Hipóteses	P	P/A	P/A	A	A
Plano de trabalho	P	P/A	A/P	A	A
Obtenção de dados	A	A	A	A	A
Conclusões	P	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe	A/P/Classe

Fonte: Retirado de Fernandes *et al.*, 2022

Quadro 2. Detalhamento do grau de liberdade intelectual.

Grau 1 - Representa o modelo de ensino diretivo, no qual, na aula de laboratório, o professor apresenta o problema e as hipóteses, quase sempre por meio do referencial teórico, e mostra todos os passos do plano de trabalho, restando aos alunos somente acatar o receituário proposto. Por esse motivo, essas aulas são popularmente chamadas de ‘receitas de cozinha’. Como os alunos têm que comprovar a teoria, as conclusões também já são conhecidas *a priori*. Tendo o conhecimento das conclusões e, portanto, de onde devem chegar a partir dos dados obtidos caso necessário, os alunos tendem a modificar seus dados originais para não errar frente ao professor. Isto caracteriza uma situação de ensino em que, além do conteúdo específico, os alunos podem aprender a não acreditar nos próprios dados

Grau 2 – Representa ainda um ensino diretivo, mas com um professor mais aberto e alunos mais participativos. Nesta situação, apesar de as hipóteses e o plano de trabalho serem apresentados pelo professor, eles são discutidos com os alunos. Assim, é possível haver questões para que os alunos pensem por que fazer o que está sendo proposto, mas ainda é a resposta do professor que orienta o trabalho.

Graus 3 e 4 – Representam um ensino por investigação. Na terceira coluna, grau 3 de liberdade intelectual, o professor propõe o problema e as hipóteses são discutidas com os alunos, mas são estes que buscam como fazer a experiência, sob a supervisão do professor, que retomará a discussão com os alunos quando da discussão das conclusões. Diferentemente dos graus 1 e 2, quando o aluno procurava entender o raciocínio do professor, nos graus 3 e 4 é o aluno que está com a parte ativa do raciocínio intelectual. A quarta coluna, grau 4 de liberdade, representa uma classe mais madura, já acostumada com o ensino por investigação, na qual os alunos estão acostumados a trabalhar em grupo e a tomar decisões para resolver os problemas. Entretanto, o papel do professor continua muito importante, uma vez que é ele quem propõe o problema a ser resolvido, discute algum aspecto com o grupo que solicitar e, no final, discute as conclusões. O problema deve estar relacionado ao contexto teórico estudado e as conclusões devem levar a uma visão mais profunda da teoria

Grau 5 – Aqui o problema a ser investigado é escolhido e proposto pelo aluno ou grupo de alunos. É muito raro nos cursos fundamentais e médios. Encontramos, muito raramente, esses casos em Feiras de Ciência.

Fonte: Carvalho (2018, p. 768-769) e Fernandes *et al*, 2022.

3. A Permacultura e suas Tecnologias Sociais

O termo Permacultura significa “Agricultura permanente” e foi criado em 1974 pelos australianos Bill Mollison e David Holmgreen, inspirados nas tradições ancestrais, mais especificamente nas comunidades aborígenes australianas. Os autores partiram da observação e o estudo das relações entre os seres vivos com o meio, já presentes nos povos ancestrais e originários, para propor formas de planejamento, elaboração, implantação e manutenção de ecossistemas produtivos que mantenham a diversidade e a estabilidade dos ecossistemas naturais, bem como que resgate práticas ancestrais e tradicionais, visando fornecer energia, moradia e alimentação humana (Gama *et al.*, 2022).

A Permacultura é um sistema de design para a criação de ambientes humanos sustentáveis. A palavra em si não é somente uma contração das palavras permanente e agricultura, mas também de cultura permanente, pois culturas não podem sobreviver muito sem uma base agrícola sustentável e uma ética do uso da terra. Em um primeiro nível, a Permacultura lida com as plantas, animais, edificações e infra-estruturas (água, energia, comunicações). Todavia, a Permacultura não trata somente desses elementos, mas, principalmente, dos relacionamentos que podemos criar entre eles por meio da forma em que os colocamos no terreno. O objetivo é a criação de sistemas que sejam ecologicamente corretos e economicamente viáveis; que supram suas próprias necessidades, não explorem ou poluam e que, assim, sejam sustentáveis a longo prazo. A Permacultura utiliza as qualidades inerentes das plantas e animais, combinadas com as características naturais dos terrenos e edificações para produzir um sistema de apoio à vida para a cidade ou a zona rural, utilizando a menor área praticamente possível. (Mollison e Stay, 1998, p. 13)

A Permacultura está baseada em três princípios éticos fundamentais. O primeiro deles, i) Cuidado com a Terra, refere-se à compreensão da nossa responsabilidade individual e coletiva sobre os recursos naturais e do fato de que nossas ações geram consequências em relação à

nossa sobrevivência e das demais formas de vida, nos convidando à reduzir impactos ambientais; ii) Cuidado com as pessoas, refere-se ao cuidado com si mesmo e com os outros, processo no qual é preciso manifestar nossas necessidades e buscar nossos direitos básicos; e iii) Partilha dos excedentes, refere-se ao fato de que os recursos que precisam ser partilhados de forma justa, estabelecendo limites de consumo para que não haja exploração abusiva e a produção de desperdícios. O excedente deve ser partilhado para que outras pessoas também atinjam esse objetivo.

Para atingir os princípios éticos, 12 princípios devem ser considerados na Permacultura. Estes são princípios inspirados nos ambientes naturais e para alcançá-los é fundamental observar cuidadosamente a natureza e suas diversas interconexões que permitem a autorregulação de um determinado sistema. Os princípios estão resumidos no Quadro 3.

Quadro 3. Princípios da Permacultura.

- 1. Observe e interaja:** primeiro passo para implementação do *design* permacultural, que envolve observação da natureza e a interação consciente com os ambientes.
- 2. Capte e armazene energia:** como seres que dependem de energia, esse princípio nos instiga a pensar em um modo de produção de baixo consumo energético e em formas de reconstruir o capital natural energético por intermédio da captação e armazenamento de energia.
- 3. Obtenha rendimento:** para implementar um sistema autossuficiente, é importante buscar formas de otimizar a energia e a potência do nosso trabalho. Alguns exemplos são: a conservação de energia, produção de alimentos, tornar o solo mais fértil, dentre outros.
- 4. Pratique a autorregulação e aceite o feedback:** o design de um ambiente é permeado também pela busca de um sistema autorregulado. Para isso, é necessário perceber e aceitar as respostas das nossas ações.
- 5. Use e valorize os serviços e recursos renováveis:** priorizar os recursos locais e utilizar da melhor forma os recursos naturais disponíveis no ambiente.
- 6. Não produza desperdícios:** fazer o melhor uso dos recursos e energias disponíveis para nós, evitando a produção de desperdícios.
- 7. Design partindo dos padrões para chegar nos detalhes:** reconhecer os padrões presentes no ambiente que nos envolve, por meio de uma perspectiva sistêmica, para planejar a(s) área(s) por zonas e setores.
- 8. Integrar ao invés de segregar:** compreender as inter-relações que ocorrem na natureza e abandonar a percepção fragmentada da realidade. Organizar os elementos do sistema de maneira que estejam integrados e possam exercer ou apoiar mais de uma função.
- 9. Use soluções pequenas e lentas:** para melhor manutenção do ambiente sustentável é importante implementar práticas em menor escala que, mesmo que a longo prazo, gerarão resultados eficientes.
- 10. Use e valorize a diversidade:** vivemos em um planeta extremamente diverso. Reconhecer, valorizar e priorizar a diversidade presente na natureza pode nos proporcionar abundância de recursos e energia e mais harmonia nas relações humanas.

11. Use as bordas e os elementos das marginais: as zonas periféricas de um ambiente são ricas em diversidade e energia. Reconhecer as bordas como uma oportunidade pode tornar o sistema mais produtivo e estável.

12. Use e responda à mudança com criatividade: por mais completo que seja feito um planejamento permacultural ou por mais estável que esteja um sistema de *design*, sempre haverá mudanças. Para responder aos imprevistos que acontecem é preciso ser criativo(a). Segundo Molisson e Holmgren (1978), a Permacultura é uma resposta criativa de *design* para um mundo com disponibilidade cada vez menor de energia e de recursos.

Fonte: Gama *et al.*, 2022

Os princípios da Permacultura são acessíveis a qualquer pessoa, e devem ser frutificados em processos de autonomia e de autogestão, podendo ser implementados por meio das Tecnologias Sociais (TS). As TS propõem o desenvolvimento tecnológico envolvendo a participação social no modo de produção e gestão tecnológica, se configurando, portanto, em vias alternativas e opostas às relações de produção e organização do trabalho capitalista, fortemente ligadas às Tecnologias Convencionais (Feenberg, 2009).

Allain e Fernandes (2022) trazem que as TS podem ser compreendidas como um conjunto de temas ou metodologias transformadoras, desenvolvidas em interação com a comunidade e apropriadas por elas, que representem possibilidade de multiplicação e desenvolvimento em escala voltado para a dissolução de problemas das populações mais carentes em aspectos fundamentais, como água, alimentos, educação, energia, habitação, renda, saúde, saneamento, entre outros e que promovam a inclusão social, a melhoria das condições de vida, bem como propiciam melhor qualidade ambiental. Para Duque e Valadão (2017), as TS podem promover transformações sociais não causando dependência tecnológica, mas promovendo reparos às mazelas sociais. Desta forma, quando abordadas de forma participativa, servem adequadamente para propiciar diálogo e interação entre os sujeitos e a ação. São eficientes para o planejamento de edificações autossustentáveis, com tecnologias onde os recursos são utilizados racionalmente e ainda ocorre a geração de mais recursos. Um bom exemplo destas TS são as Bacias de Evapotranspiração – BET que são sistemas de saneamento ecológico, evitando que o esgotamento sanitário seja lançado diretamente no rio. Bem como o aquecedor solar de baixo custo, que através da utilização da insolação consegue aquecer água para ser utilizada no banho e em outras atividades humanas, e os biodigestores que utilizam matéria orgânica e esterco para gerar energia, gás e fertilizantes.

A Permacultura abre espaço para a interação entre os sujeitos e as situações presentes em nosso cotidiano, estimulando a criatividade e propiciando a intervenção e solução de

problemas (Calvão, 2020). Para Allain e Fernandes (2022) a Permacultura hibridiza os conhecimentos científicos aos ancestrais, se mostra como uma das vias possíveis de desenvolvimento tecnológico, quando suas TS são de fato apropriadas pela comunidade que as utiliza, reaplicando-as de acordo com o contexto local.

A Permacultura e suas TS tem sido aos poucos introduzidas no contexto educacional no Brasil. A pesquisa realizada por Silva (2020) aponta para várias possibilidades interessantes de explorar as práticas permaculturais na escola, embora ainda sejam subutilizadas já que, nos últimos 20 anos foram publicados pouco mais de 30 trabalhos, entre artigos, teses, dissertações e monografias com este contexto, sendo a maioria deles relacionados ao campo da Educação Ambiental, seguida do Ensino de Ciências da Natureza. Acreditando que estas práticas podem fomentar de forma efetiva a Alfabetização Científica e contribuir com o Ensino de Ciências por Investigação, o Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri tem se voltado para a temática, realizando ações em escolas e para a formação de professores e produzindo materiais educativos diversos. Dou destaque à cartilha “Diálogos entre educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade - atividades interdisciplinares para a educação básica” (Allain, 2000) e ao livro “Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar” (Allain; Fernandes, 2022), cuja ideias práticas têm sido desenvolvidas em escolas na região de Diamantina, Minas Gerais, incluindo as atividades que compõem esta dissertação. Estes e outros materiais podem ser encontrados: <https://geppufvjm.wixsite.com/permacultura>.

Referências Bibliográficas

- ALLAIN, L.R. (org). **Diálogos entre educação e Permacultura: formando professores para a sustentabilidade. Atividades interdisciplinares para a educação básica** (cartilha). Diamantina. Editora UFVJM, 2020.
- ALLAIN, L.R.; FERNANDES, G.W.R. (org). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022.
- BYBEE, R.W. (1995). **Achieving Scientific Literacy**. The Science Teacher, v.62, n.7, 28-33.
- CALVÃO, A. L. **Educação popular, permacultura e agroecologia para a transformação socioeconômica e ambiental: um estudo de caso na comunidade rural de Extrema –**

Congonhas do Norte/MG. Dissertação (Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Estudos Rurais). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Diamantina, p. 147. 2020.

CARVALHO, A.M.P. **Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, A.M.P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, n. 3, 2018.

CARVALHO, A.M.P.; SASSERON, L.H. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.16(1), p. 59-77, 2011.

DUQUE, T.O.; VALADÃO, J.A.D. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v.11, n.5, 2017.

FEENBERG, A. Cinco paradoxos da tecnologia e da política de desenvolvimento. In:

FERNANDES, G. W.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. **Metodologias e abordagens diferenciadas em Ensino de Ciências.** 1o ed. São Paulo: Editora Livraria da Física. 290 p. 2022.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

FREIRE, P. **A importância do ato de ler – em três artigos que se completam.** São Paulo: Cortez. 2005.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade.** São Paulo: Paz e Terra. 1980.

GAMA, B. S *et al.* Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais. In: ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. (org.). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: Propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar.** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2022. p. 30-47.

LORENZETTI, L. A Alfabetização Científica e Tecnológica: Pressupostos, Promoção e Avaliação na Educação em Ciências. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G.P.; LORENZETTI, L.; PINHO-ALVES, J. (org). **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas.** 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021, p. 47-72.

MILARÉ, T.; RICHETTI, G. P. História e compreensões da Alfabetização Científica e Tecnológica. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G.P.; LORENZETTI, L.; PINHO-ALVES, J. (org).

Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021, p. 19-45.

MOLLISON, B.; SLAY, R.M. **Introdução à Permacultura.** Tradução André Soares, MA/SDR/PNFC, Brasília: DF, 1998.

RODRIGUES, I.; BARBIERI, J. C. A emergência da tecnologia social: revisitando o movimento da tecnologia apropriada como estratégia de desenvolvimento sustentável. **Revista de Administração Pública**, v.42, n.6, p.1069-1094, 2008.

SASSERON, L.H.; MACHADO, V.F. **Alfabetização científica na prática: inovando a forma de ensinar física.** São Paulo: Livraria da Física.

SASSERON, L.H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relação entre ciência da natureza e escola. **Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, nº especial, p. 49-67, 2015.

SILVA, P.V.A. **A Permacultura como Metodologia de Ensino na Educação Básica.** Monografia (especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) - Universidade Tecnológica do Paraná. Dois vizinhos, 2020.

Capítulo III:

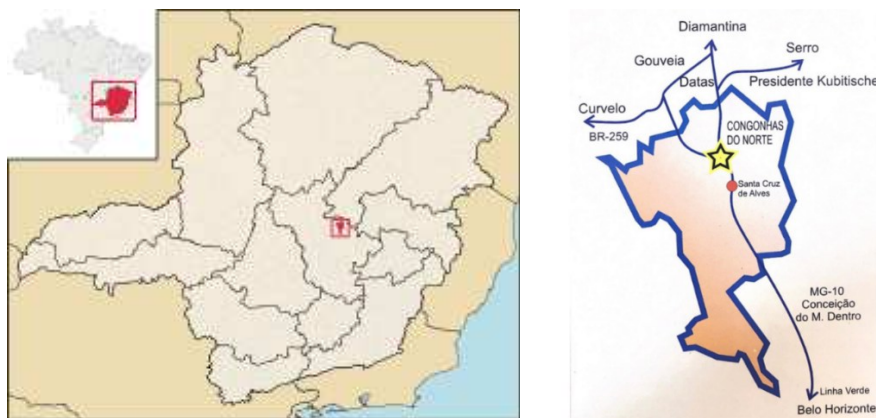
METODOLOGIA

1. Área e Público do Estudo

Congonhas do Norte é um município, com cerca de 400 km² localizado na região centro-norte de Minas Gerais no encontro dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, na vertente leste da Serra do Espinhaço, região apontada como prioritária para a conservação e reconhecida como Reserva da Biosfera (UNESCO, 2017) (Figura 1). A primeira vila surgiu no local durante o Ciclo do Ouro e do Diamante, por volta de 1711, esteve ligada a Conceição do Mato Dentro e emancipou-se em 1963. Hoje tem uma população estimada de cerca de 5 mil habitantes (IBGE), aproximadamente metade da população vive na zona rural e são pequenos produtores e criadores de gado.

Congonhas do Norte está na bacia hidrográfica do Rio Paraúna - considerado um dos tributários mais importantes para a revitalização do Rio das Velhas que, por sua vez, é o principal tributário do Rio São Francisco em Minas Gerais (UTE Paraúna, disponível em <https://cbhvelhas.org.br/rioparauna/> , acesso em 01/03/2023). Segundo dados da plataforma Municípios e Saneamento (disponível em <https://www.aguaesaneamento.org.br/> , acessado em 01/03/2023), cerca de 25% da população de Congonhas do Norte carece de água encanada e mais de 65% não tem esgoto e nem coleta de lixo. Decorre deste cenário a importância da abordagem do tema água na educação básica do município, buscando aproximar e contextualizar a realidade vivenciada pelos alunos com os conteúdos científicos presentes no currículo escolar.

Figura 1. Localização de Congonhas do Norte, Minas Gerais.



Fonte: <https://www.grandraidespinhaco.com.br/informa%C3%A7%C3%B5es>
https://pt.wikipedia.org/wiki/Congonhas_do_Norte

Em Congonhas do Norte existem quatro escolas municipais e uma escola estadual, a única que atende os anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio. Esta é a Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe que está localizada na sede municipal, atende 614 alunos em dois turnos e conta com a colaboração de 66 funcionários. A escola possui cerca de 30% de alunos oriundos da zona rural: comunidades de Bom Jardim, Extrema, Suzana, Coqueiros e o distrito de Santa Cruz de Alves.

O Ensino Médio em Tempo Integral - EMTI na rede estadual de Minas Gerais é hoje realidade em 721 escolas, nas quais são ofertadas o Ensino Médio Integral Propedêutico e o Ensino Médio Integral Profissional (Documento Orientador EMTI 2023). Esta caminhada começou em agosto de 2017 com a implantação do tempo integral em 49 escolas com um Modelo Pedagógico e de Gestão que propunha inovações, e ainda em processo de expansão. A implantação iniciada em 2017 atende à política de fomento ao ensino médio em tempo integral, implementada pelo Ministério da Educação a partir da Lei no 13.415, de 16 de fevereiro de 2017. Outra diretriz essencial é a meta 6 do Plano Nacional de Educação (PNE), que trata do compromisso de oferecer Educação em tempo integral em, no mínimo, 50% das escolas públicas, de forma a atender pelo menos 25% dos alunos da Educação Básica.

Neste contexto, a Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe passou a fazer parte de um novo grupo de escolas em expansão desta modalidade em 2022. Hoje atende quatro turmas, sendo duas turmas de 1º ano e outras duas de 2º ano. Totalizando 144 alunos e 49 funcionários, sendo que dentro deste quantitativo, 15 professores atuam diretamente com o EMTI, ocasionalmente com mais de uma disciplina sob sua responsabilidade, como por exemplo, o professor de Matemática atua também em Estudos Orientados, o professor de Física ministra Ciências da Natureza e o professor de Biologia, trabalha com Práticas Experimentais. O EMTI abrange uma carga horária de nove aulas diárias, com conteúdo de formação geral básica da Base Nacional Comum Curricular e também atividades integradoras e itinerários formativos como: Projeto de Vida, Estudos Orientados, Tutoria, nivelamento em língua portuguesa e matemática dentre outros. Os alunos permanecem de 7 às 15h50 na escola, onde lancham e almoçam.

A seguir estão imagens que ilustram o contexto urbano no qual a Escola se insere (Figura 2A), com destaque para a vegetação ciliar próxima à mesma que indica o curso do Rio Congonhas, que percorre seu centro urbano, abastece a cidade e recebe o efluente do esgoto doméstico (Figura 2B). Já a Figura 3 mostra, por meio de fotografias, como é a Escola, em seu aspecto externo e interno.

Figura 2. Imagem de satélite da sede municipal de Congonhas do Norte, Minas Gerais (A) com destaque para a localização da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe (B).



Fonte: Google Maps.

Figura 3. Fotografias da fachada e do pátio interno da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe.



Fotos: Júlio Andrade.

2. Desenvolvimento das atividades educativas

Ao longo do ano letivo de 2023 foram desenvolvidos dois projetos com as turmas do Ensino Médio de Tempo Integral. O projeto “Diálogos entre Educação e Permacultura: formando cidadãos para a sustentabilidade” foi proposto pela ONG Espaço Educacional Contraponto em conjunto com o Grupo de Estudos e Práticas em Permacultura (GEPP) da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM) e com a referida Escola. A Contraponto foi fundada em 2015 na comunidade de Extrema, em Congonhas do Norte, desde então atua com divulgação e desenvolvimento de Tecnologias Sociais para promover autonomia e empoderamento no meio rural, através da Permacultura, Agroecologia e turismo de base comunitária. Há mais informações em @projetocontraponto. Já o GEPP foi criado em 2018 na UFVJM com o objetivo de conhecer, desenvolver e divulgar práticas relacionadas à Permacultura. O Grupo desenvolve ações educativas que relacionam os princípios e práticas da Permacultura aos conteúdos escolares, fomentando trabalhos integrados e interdisciplinares nas escolas e também a produção de conteúdos e materiais educativos. Há mais informações em: <https://geppufvjm.wixsite.com/permacultura>.

Com o desenvolvimento deste primeiro projeto, os alunos da educação básica refletiram sobre problemas ambientais enfrentados pela comunidade e como as Tecnologias Sociais da Permacultura podem minimizá-los. Ao longo do ano letivo, realizou-se encontros temáticos sobre a Bacia de Evapotranspiração (BET), o Filtro Biológico, o Aquecedor Solar de Baixo Custo e a Captação de Água de Chuva. Os temas foram abordados em oficinas inspiradas nas situações de estudos descritas no livro “Tecnologias sociais da Permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar”, de Allain e Fernandes (2022), disponível em: <https://geppufvjm.wixsite.com/permacultura/services-4>. Nesse sentido, para além da Educação Ambiental, conceitos e processos que são conteúdos próprios do Ensino de Ciências (Biologia, Química e Física) foram apresentados e debatidos, tendo as referidas Tecnologias Sociais como indutoras dessas discussões.

Neste projeto, a maior parte dos encontros foi mediada por educadoras da Contraponto, mas alguns contaram a participação ativa de licenciandos em Ciências Biológicas da UFVJM. Já há alguns anos, por meio do GEPP, há uma parceria entre as disciplinas obrigatórias do 4º período do curso: Ecologia e Metodologia do Ensino de Ciências e Biologia. A carga horária prática de tais disciplinas é desenvolvida de maneira integrada, com a proposta de refletir, planejar, executar e avaliar ações educativas que dialogam com a Permacultura. Apresento no

Quadro 1 e na Figura 4, um resumo e imagens da realização de atividades sobre a BET mediada por licenciandos.

O projeto culminou com uma Feira de Ciências ao final do ano letivo de 2023 na qual os alunos compartilharam com a comunidade externa seus aprendizados. O processo de construção e a realização da Feira de Ciências é o Produto Educacional desenvolvido como parte desta dissertação. Dentre as muitas atividades educativas que realizamos, foi na Feira de Ciências que eu, autor da dissertação, atuei como protagonista do seu planejamento e desenvolvimento e, portanto, a elegi como meu Produto Educacional, descrito no capítulo 8.

Quadro 1. Atividade sobre Bacia de Evapotranspiração (BET).

A Bacia de Evapotranspiração (BET) se caracteriza como uma Tecnologia Social que visa oferecer alternativas para o tratamento de esgoto, ela consiste em um tanque impermeabilizado, preenchido com diferentes camadas de substrato e plantado com vegetais de folhas largas de crescimento rápido e com alta absorção de água, como bananeiras. Trata-se de um sistema fechado que transforma os resíduos humanos em nutrientes, devolvendo-os de forma ecológica para a natureza.



Na atividade mediada por licenciandos, os educandos foram instigados a refletir sobre a eficácia do sistema por meio de experimentos e reflexões que abordaram temas como decomposição, capilaridade e filtração, transpiração das plantas (Figura 4). Tais atividades estão descritas no trabalho de Santo *et al.* (2024), no qual os autores apresentam um recurso educacional do tipo sequencia investigativa.

Figura 4. Atividade sobre Bacia de Evapotranspiração (BET).



A) Maquete da BET. B) e C) Modelos usados na reflexão sobre quais espécies de plantas são adequadas para o sistema. D) Experimento sobre filtração que auxilia na compreensão de porque a BET não enche de água e porque os dejetos não contaminam frutos produzidos pelas plantas. E) e F) Demonstração da transpiração em folhas. G) Experimento sobre fermentação (com uso de fermento biológico, açúcar e água morna em tubo de ensaio) e consequente produção de gases (que inflam o balão preso sobre o tudo de ensaio), com reflexões sobre decomposição da matéria orgânica. H) Atuação dos licenciandos na sala de aula. Fotos: Maíra Goulart.

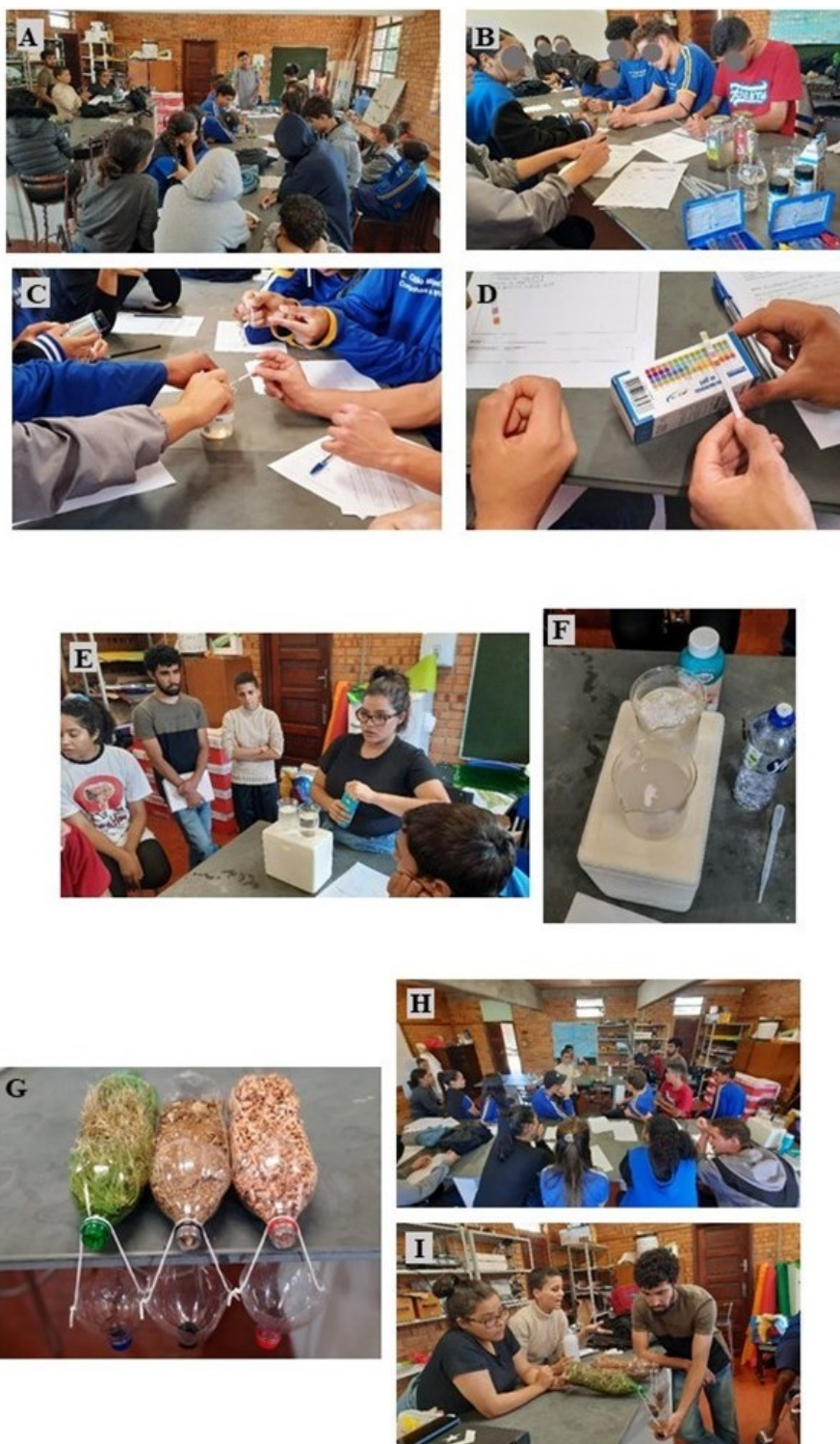
O segundo projeto desenvolvido com as mesmas turmas e no mesmo contexto é intitulado “Água e Território: conhecendo os recursos hídricos no contexto da minha comunidade”. Esta é uma proposta do Governo de Minas Gerais, oriundo do Prêmio Escola Transformação, devido ao alcance de bom desempenho da escola em avaliações sistêmicas. O projeto trouxe como objetivo geral despertar nos estudantes atitudes, conhecimentos e habilidades a partir da elaboração de propostas de divulgação de informação sobre consumo consciente e práticas de conservação do solo e da água. Ele foi desenvolvido em articulação com o primeiro projeto, afinal, as Tecnologias Sociais se relacionam prontamente com a temática “água e território”. Mas, para além disso, outras atividades foram desenvolvidas, lançando mão novamente da parceria com o GEPP e o envolvimento dos licenciandos em Ciências Biológicas da UFVJM. Ao longo do primeiro semestre de 2023, enquanto carga horária prática das disciplinas, os licenciandos refletiram sobre impactos ambientais e elaboraram uma sequência didática sobre poluição de rios e características físicas, químicas e biológicas de amostras de água limpa e poluída. A sequência didática foi desenvolvida na escola em dois dias letivos de julho de 2023, ao longo de trechos do rio que corta o centro de Congonhas do Norte (Figuras 5, 6, 7 e 8). Dela participaram 16 licenciandos e cerca de 50 alunos da educação básica. Foi a partir desta atividade específica que desenvolvi a pesquisa para investigar o aprendizado dos alunos da educação básica e para investigar a percepção dos licenciandos sobre o processo vivenciado.

Figura 5. Atividade de campo em diferentes trechos do rio que abastece a Congonhas do Norte.



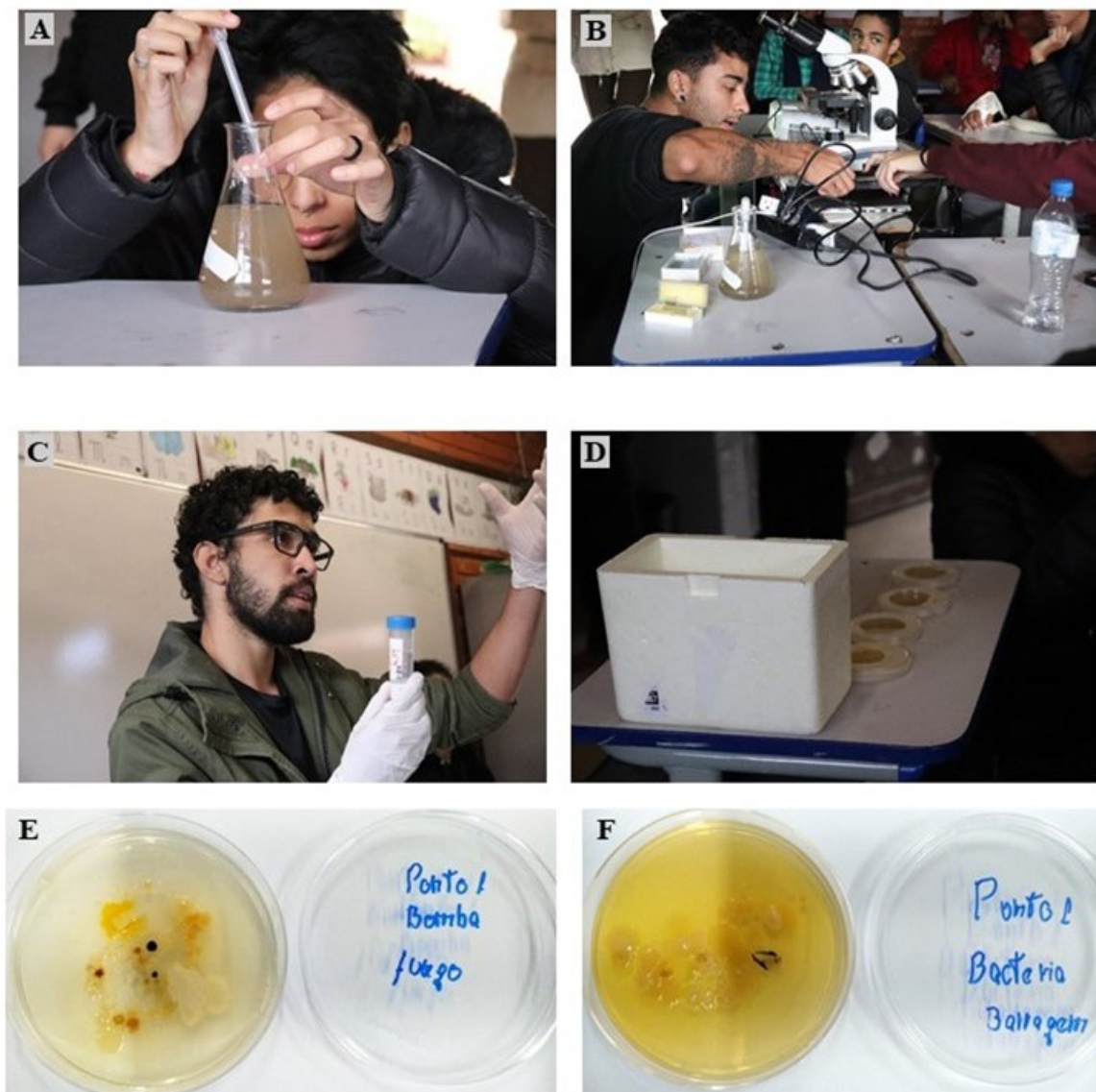
Em A, B, C e D visita em área próxima à nascente, onde é captada a água para uso urbano. Em E, F e G, visita ao trecho do rio em área urbana próxima à escola, onde há descarte de efluentes domésticos. Em ambos trechos foi feita análise do ambiente físico circundante e coleta de amostras de água (D e E para quantificar os níveis de impactos e características do ecossistema aquático. (Fotos: Maíra Goulart)

Figura 6. Atividades sobre características físicas e químicas da água e sobre erosão.



Em A, B, C e D, análise do pH das amostras de água coletadas na atividade de campo. Em E e F, demonstração da tensão superficial da água e sua quebra com uso de detergente. Em G, H e I, experimento sobre erosão do solo evidenciando o papel da vegetação na proteção dos rios contra o assoreamento. (Fotos: Maíra Goulart)

Figura 7. Atividades sobre microrganismos que vivem na água.



Em A e B, visualização de invertebrados e microrganismos oriundos das amostras de água com uso de microscópio óptico. Em C e D, amostras de água sendo preparadas para semeadura em meio de cultura. Em E e F, desenvolvimento de fungos e bactérias após incubação em meio de cultura. (Fotos: Lorrayne Fonseca e Júlio Andrade)

3. Metodologia da Pesquisa

a) Caracterização da Pesquisa

Neste cenário, foi desenvolvida uma pesquisa de abordagem qualitativa e de natureza exploratória-descritiva. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Pesquisa com Seres Humanos conforme o parecer CAAE: 64530622.1.0000.5108.

b) Fonte de dados

Para alcançar o primeiro objetivo específico - analisar os desafios e oportunidades do Ensino de Ciências por Investigação e identificando o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes da educação básica - foram usados como fontes de dados: a) transcrição das gravações de trechos do desenvolvimento das atividades investigativas; b) anotações em caderno de campo dos pesquisadores; e c) roteiro de atividades práticas preenchidos pelos alunos da educação básica.

Para alcançar o segundo objetivo - analisar a percepção dos licenciandos sobre o processo de planejamento, desenvolvimento e avaliação dessas mesmas atividades - foi realizado um Grupo Focal (GF), técnica de coleta de dados caracterizada pela condução de uma entrevista coletiva baseada em um roteiro semi-estruturado, segundo Barbour (2009), esta técnica é muito utilizada em pesquisas qualitativas e consiste em um diálogo entre um grupo de participantes selecionados e um moderador, que tem por objetivo conduzir a discussão, promovendo a interação deste grupo. Os licenciandos debateram e expuseram suas percepções sobre os seguintes temas, presentes no roteiro do GF: a) o Ensino de Ciências por Investigação; b) significado da vivência para os próprios licenciandos; e c) percepção dos licenciandos sobre o significado da vivência para os estudantes da educação básica. Os depoimentos e debates durante Grupo Focal foram gravados e em seguida transcritos.

c) Análise de dados

Os dados coletados foram submetidos à Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiuzzi (2006). Esta é uma técnica criada por Roque Moraes que consiste em uma metodologia de análise de informações de natureza qualitativa com a finalidade de produzir novas compreensões sobre os fenômenos e discursos (Moraes; Galiuzzi, 2016). Ela difere da Análise de Conteúdo já que possibilita uma interpretação de dados contidos em um texto detalhando de forma clara e objetiva seus sentidos. Eu a elegi como procedimento para análise dos meus dados pois, me possibilitou detalhar com maior riqueza os sentidos contidos nas entrelinhas dos textos, dizeres e percepções dos autores envolvidos nesta pesquisa.

Foram desenvolvidas duas análises independentes: a primeira com o conjunto de dados provenientes dos estudantes da educação básica e a segunda com os dados provenientes dos licenciandos, são, portanto, dois *corpus* de pesquisa independentes, constituídos cada um deles por textos, depoimentos e/ou demais registros indicados no tópico anterior (fonte de dados).

Para cada uma das análises, conforme os procedimentos próprios da ATD, cada *corpus* foi detalhado e trabalhado num processo sequencial de etapas, sendo elas: Unitarização; Categorização e Produção de Metatextos (Moraes; Galianzi, 2006).

- a) Unitarização: cada *corpus* foi fragmentado para destacar seus elementos constituintes, isto é, trechos de textos e falas dos educandos e licenciandos de maior interesse da pesquisa de forma a possibilitar uma interpretação com maior riqueza de detalhes. Esta etapa da ATD consiste num processo de desmontagem ou desintegração dos dados, o que “significa colocar o foco nos detalhes e nas partes componentes dos textos [...] pretende-se conseguir perceber os sentidos dos textos em diferentes limites e seus pormenores” (Moraes; Galianzi, 2006, p. 40). Conforme estes autores, é o próprio pesquisador quem decide em que medida fragmentará seus dados, podendo daí resultar unidades de análise de maior ou menor amplitude (Moraes; Galianzi, 2016). Para os estudos que buscaram alcançar os objetivos desta pesquisa, a unitarização consistiu em separar as unidades de significado entre as falas dos licenciandos no grupo focal e nas respostas em atividades investigativas buscando destacar a concepção de alfabetização científica pelos estudantes.
- b) Categorização: os trechos destacados na etapa anterior foram comparados e quando identificados significados próximos e/ou elementos semelhantes foram reunidos em categorias que foram então caracterizadas, delimitadas e nomeadas, num processo de análise gradual que vai adquirindo cada vez maior aprofundamento e precisão, na medida em que as categorias vão sendo construídas, desconstruídas, reelaboradas e finalmente estabelecidas. As categorias pré-estabelecidas se referem aos temas presentes no roteiro da aula prática ou no roteiro do grupo focal. As categorias emergentes (ou subcategorias emergentes) foram alcançadas após um “retorno cíclico aos mesmos elementos, no sentido da construção gradativa do significado de cada categoria. Nesse processo, as categorias vão sendo aperfeiçoadas e delimitadas” (Moraes; Galianzi, 2016, p. 44).
- c) Produção de Metatextos: foi elaborada uma descrição e interpretação das categorias, representando “um modo de teorização sobre fenômenos investigados”. A validade e confiabilidade do metatexto depende “do rigor com que cada etapa da análise foi construída”, uma vez que “uma unitarização e uma categorização rigorosas encaminham para metatextos válidos e representativos dos fenômenos investigados” (Moraes, 2003, p. 206). Mas, para além disso, a qualidade do metatexto é também consequência do

movimento intenso de interpretação e produção de argumentos, sendo necessário que o pesquisador se assumia autor de tais argumentos (Moraes; Galianzi, 2006; Moraes; Galianzi, 2016).

O resultado oriundo da etapa Categorização está apresentado de forma resumida nos Quadros 2 e 3, que demonstram as categorias identificadas após o processo de unitarização. Os Metatextos que trazem o detalhamento, interpretação e discussão de tais categorias, estão detalhados nos resultados das pesquisas apresentados nos Capítulos 6 e 7 da dissertação.

Quadro 2. Categorização da ATD para o *corpus* referente aos estudantes da educação básica.

Categoria Pré-estabelecida Categoria Final	Categorias Emergentes Categorias Intermediárias	Sub-categorias Emergentes Categorias Iniciais
Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) e Alfabetização Científica	Compreensão do conteúdo científico	Não compreendeu
		Compreendeu parcialmente
		Compreendeu
	Formulação de hipóteses	Pouca compreensão do que é uma hipótese
	Aproximação do conteúdo científico com o cotidiano	Fez uso do conteúdo científico em seu dia a dia

Quadro 3. Categorização da ATD para o *corpus* referente aos licenciandos.

Categorias Pré estabelecidas	Categorias Emergentes
Ensino de Ciências por Investigação (ENCI)	Conhecimento do ENCI
	Concepção do ENCI
	Vantagens do ENCI
	Desafios do ENCI
Significado da vivência para os próprios licenciandos	É complexo, mas gratificante
Percepção dos licenciandos sobre o significado da vivência para os estudantes da educação básica	Desafios e potencialidades

Concluimos este capítulo, demonstrando como a Análise Textual Discursiva – ATD de Moraes e Galianzi (2006). Me possibilitou detalhar com maior riqueza os sentidos contidos nas entrelinhas dos textos, dizeres e percepções dos autores envolvidos nesta pesquisa, valorizando cada agente envolvido no processo de coleta de dados, elucidando o processo investigativo e a análise do alcance da Alfabetização Científica e sua importância na formação docente e discente.

Referências Bibliográficas

BARBOUR, R. **Grupos focais:** coleção pesquisa qualitativa. Bookman Editora, 2009.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**. v.12, n.1, p.117-128, 2006.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. **Análise Textual Discursiva**. 3ª edição. Editora Unijuí, Ijuí. 2016.

SANTOS, J.L.C.; ALLAIN, L.R.; GOULART, M.F. Tecnologias sociais de saneamento básico: proposta de sequência didática sobre Bacia de Evapotranspiração. In: **Anais do III EnECI – Encontro de Ensino de Ciências por Investigação**. Belo Horizonte(MG) UFMG, 2024. Disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iii-eneci-383547/781953-TECNOLOGIAS-SOCIAIS-DE-SANEAMENTO-BASICO--PROPOSTA-DE-SEQUENCIA-DIDATICA-SOBRE-A-BACIA-DE-EVAPOTRANSPIRACAO>. Acesso em: 13/12/2024.

Capítulo IV:

DESENVOLVIMENTO DE ATIVIDADES EDUCATIVAS E FEIRA DE CIÊNCIAS SOBRE TECNOLOGIAS SOCIAIS DA PERMACULTURA ¹

1. Introdução

As tecnologias sociais são técnicas, procedimentos ou mesmo construções sociais que proporcionam crescimento para a comunidade, utilizadas para sanar problemas vivenciados. As tecnologias sociais, diferentemente das tecnologias convencionais, não envolvem competitividade, atendimento à lógica da oferta e demanda ou visão prioritária de lucro. A Permacultura se mostra como uma das vias possíveis para o desenvolvimento tecnológico quando suas tecnologias sociais que hibridizam conhecimentos científicos e ancestrais são de fato apropriadas pela comunidade e aplicadas no seu contexto local (Gama *et al.*, 2022).

A Permacultura consiste na elaboração, implantação e manutenção de ecossistemas produtivos que mantenham a diversidade, resgate de práticas ancestrais e tradicionais e a estabilidade dos ecossistemas naturais, fornecendo energia, moradia e alimentação humana (Molisson, 1988). A Permacultura está baseada em três princípios éticos fundamentais: o cuidado com a Terra, o cuidado com as pessoas e a partilha justa (estabelecer limites para consumo e reprodução, e redistribuir o excedente). Além disso, a Permacultura propõe 12 princípios como por exemplo: observe e interaja, capte e armazene energia, use soluções pequenas e lentas e use e valorize a diversidade (veja mais em Gama *et al.*, 2022). Os princípios são inspirados nos ambientes naturais e por isso é fundamental observar cuidadosamente a natureza e suas diversas interconexões que permitem a autorregulação de um determinado sistema (Gama *et al.*, 2022). Os princípios são aplicados à sete domínios-chave, que requerem

¹ Este capítulo é constituído por um trabalho que foi apresentado no IX ENEBIO – Encontro Nacional de Ensino de Biologia, na modalidade “Relato de Experiência Pedagógica” e no eixo temático “Ensino de Ciências e Biologia, questões socioambientais e de saúde”. São autores do mesmo Júlio César Alves Andrade, Beatriz Soligo Gama, Luciana Rezende Allain e Máira Figueiredo Goulart. O texto do capítulo está redigido segundo as normas do evento, com citações e referências segundo ABNT.

transformação para se criar uma cultura sustentável. São exemplos desses domínios: manejo da terra e da natureza, economia e finanças, cultura e educação, e ambiente construído.

A Permacultura reúne várias “ideias, habilidades e modos de vida que precisam ser redescobertos e desenvolvidos para nos dar o poder de passarmos de consumidores dependentes para cidadãos responsáveis e produtivos” (Corrêa; Silva, 2016, p. 93). Tais ideias e habilidades são as tecnologias sociais da Permacultura, como por exemplo: a Captação de Água de Chuva que é uma tecnologia de baixo custo voltada para o armazenamento de água; o Aquecedor Solar de Baixo Custo que utiliza a luz solar como fonte de energia para aquecer a água do chuveiro; o Filtro Biológico que trata as águas cinzas - provenientes de pias e chuveiros; e a Bacia de Evapotranspiração (BET) que trata as águas negras - provenientes do vaso sanitário.

Há, no Brasil, poucos trabalhos que buscaram desenvolver tecnologias sociais da Permacultura na educação básica (Silva, 2020 – porém, veja Allain; Fernandes, 2022). Como apresentado por Goulart *et al.* (2022) há, no entanto, muitas oportunidades de integrá-las ao ensino de Ciências em uma perspectiva interdisciplinar. Essas oportunidades são amparadas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC). Especificamente para o Ensino Médio, a área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias tem como fundamento que “aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais” envolvendo também a “contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos, os processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza” (Brasil, 2017, p. 547). Nesta área de conhecimento, a BNCC determina três competências gerais e respectivas habilidades. A pesquisa de Goulart *et al.* (2022) apresenta como diversas dessas habilidades dialogam prontamente com os princípios e domínios da Permacultura (Quadro 1).

Quadro 1. Competências e suas respectivas habilidades descritas na BNCC para a área de o conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias do Ensino Médio, bem como princípios e domínios da Permacultura relacionados.

Competências	Habilidades	Princípios e domínios da Permacultura
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos	Ferramentas e tecnologias (energias renováveis e tecnologias sociais) Espaço construído (materiais de construção naturais, bioarquitetura)

processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.	recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.	Design partindo de padrões para chegar aos detalhes Não produza desperdícios
	(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.	
	(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.	
	(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.	
Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.	(EM13CNT206) Discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.	Manejo da terra e da natureza
	(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).	Pratique a autorregulação e aceite conselhos Use e valorize a diversidade
Investigar situações – problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos	(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.	Use e valorize os serviços e recursos renováveis Reuso e Reciclagem
	(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas) e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis, considerando seu contexto local e cotidiano.	Tecnologias apropriadas

variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).	(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas, relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.	
--	---	--

Fonte: Goulart *et al.* (2022)

Cabe dizer que a BNCC é uma diretriz curricular controversa que trouxe dificuldades para o desenvolvimento do ensino de Ciências (Franco; Munford, 2018). Em meio a este campo de disputas de interesses que é o currículo escolar, defendemos que a BNCC, embora não apoie efetivamente, não impede de que problematizações e contextualizações que situem os educandos nas condições em que vivem sejam trazidas para a sala de aula. E isto pode ser feito por meio das tecnologias sociais da Permacultura.

Neste relato de experiência trazemos o aprendizado, os desafios e as oportunidades vivenciadas no desenvolvimento de atividades educativas com estudantes do Ensino Médio que culminaram em uma Feira de Ciências sobre tecnologias sociais da Permacultura.

2. Desenvolvimento

2.1 Área e público das ações educativas

Congonhas do Norte é um município da região centro-norte de Minas Gerais no qual existe apenas uma escola estadual para atender os anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio, a Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe. A escola atende 635 alunos, cerca 30% oriundos da zona rural. Este trabalho foi realizado com as turmas do 1º e do 2º ano do Ensino Médio, parte do projeto Ensino Médio em Tempo Integral.

2.2 Atividades educativas

Ao longo do ano letivo de 2023 foram desenvolvidas atividades educativas previstas no projeto “Diálogo entre Educação e Permacultura: formando cidadãos para a sustentabilidade” desenvolvido na escola em parceria com a ONG Espaço Educacional Contraponto e a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Foram desenvolvidas também atividades educativas do projeto “Água e território: conhecendo os recursos hídricos no

contexto da minha comunidade local”, proposto pelo governo de Minas Gerais como Prêmio Escola Transformação, devido ao alcance de bom desempenho da referida escola em avaliações sistêmicas.

Com as atividades educativas, propusemos problematizar a realidade local e estimular a percepção crítica dos estudantes frente aos desafios socioambientais percebidos por eles. As discussões culminaram nas tecnologias sociais descritas a diante. As atividades educativas adotaram os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov *et al.*, 2002), que são fases fundamentais no processo efetivo de ensino e aprendizagem caracterizadas como a) problematização inicial; b) organização do conhecimento; e c) aplicação do conhecimento. Além disso, foram adotados elementos do Ensino de Ciências por Investigação (Ferraz; Sasseron, 2017) e também abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (Auler, 2007). Portanto, com a apresentação das tecnologias sociais, conceitos e processos científicos foram explorados, bem como a aplicação dos mesmos na solução de problemas socioambientais enfrentados pela comunidade.

Bacia de Evapotranspiração (BET): este é um sistema que trata as águas negras - provenientes do vaso sanitário. Ele é fechado e impermeabilizado, o que evita que a água percole para o subsolo e contamine o lençol freático. Além disso, favorece a decomposição anaeróbica e fornece matéria orgânica para as plantas que crescem no solo disposto acima do sistema. Essas plantas, por meio da evapotranspiração, removem o excesso de água (Calvão; Gama, 2022).

Filtro Biológico: este é um sistema de tratamento de águas cinzas, ou seja, oriundas de chuveiros, pias e tanques. Nele, as águas passam primeiramente por processo de retirada de sólidos, em seguida por filtração ao longo das diversas camadas do sistema. A remoção de substâncias biodegradáveis se dá por intermédio do tratamento biológico, realizado pelos microrganismos, e de fitorremediação, proporcionado pelas plantas existentes no sistema. Ao final, a água é liberada no ambiente em forma de vapor ou é reutilizada, inclusive para a aquicultura e piscicultura (Calvão; Gama, 2022).

Aquecedor Solar de Baixo Custo: esta é uma tecnologia social de fácil construção e instalação que reutiliza materiais de baixo custo para construir um aquecedor de água para os chuveiros, captando e transformando a luz do sol em energia térmica. Sendo o chuveiro responsável por cerca de 30% do gasto de energia elétrica de uma residência, tal tecnologia social promove uma economia significativa e tem potencial de promover mudança nos padrões de consumo energético da sociedade (Calvão; Gama, 2022).

Captação de Água de Chuva: este é um sistema que reduz a demanda e dependência de água do sistema tradicional de abastecimento, além de diminuir os gastos e propiciar a utilização de água sem resíduos químicos. Os tanques de armazenamento podem ser fabricados com ferrocimento, uma tecnologia que reduz custos e possibilita a construção de reservatórios com tamanho adaptado à demanda local (Calvão; Gama, 2022).

2.3 Feira de Ciências

Feiras de Ciências são reconhecidas como uma estratégia de ensino capaz de promover a formação de cidadãos críticos, bem como possibilitar a construção de conhecimentos pelos alunos de forma efetiva e ativa, ainda relacionar estes conhecimentos com suas aplicações no cotidiano (Adams *et al.*, 2020). Portanto, ao final do ano letivo de 2023, foi proposto aos estudantes e professores das turmas envolvidas nas atividades educativas a realização de uma Feira de Ciências. No intuito de também oportunizar o compartilhamento com a comunidade externa das vivências e dos aprendizados a respeito das tecnologias sociais da Permacultura, a Feira de Ciências foi integrada à programação ordinária da Feira dos Produtores Rurais do município, realizada em sua sede, em um sábado letivo.

Alunos e professores preparam maquetes e modelos das tecnologias sociais para exposição na Feira de Ciências. Para isto, foram desenvolvidas oficinas colaborativas que primaram pelo reaproveitamento de materiais de papelaria que seriam destinados ao descarte, além de materiais recicláveis diversos. Foram também elaborados panfletos que, em uma linguagem simples e objetiva, continham a descrição das tecnologias sociais e instruções para a construção de cada uma delas. Painéis contendo informações semelhantes também compuseram a exibição (Figura 1).



Figura 1. Feira de Ciências com a exposição de maquetes e modelos das tecnológicas sociais da da Permacultura: A) Filtro Biológico, B) Bacia de Evapotranspiração, C) Captação de Água de Chuva e D) Aquecedor Solar de Baixo Custo.

O processo de preparação para a Feira de Ciências foi desafiador pois, naturalmente, nem todos os alunos se envolveram. No entanto, foi também muito produtivo pois promoveu entre os que participaram a oportunidade do desenvolvimento de habilidades como a criatividade, o trabalho em grupo e fala em público. Estas são habilidades necessárias para uma formação cidadã, o que envolve também um processo de exercitar a curiosidade intelectual, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica e a resolução de problemas (Adams *et al.*, 2020). Conforme Lorenzetti e Delizoicov (2001), o ensino não deve se restringir a apenas aprendizagem de vocabulário, é necessário trabalhar as habilidades dos alunos no processo de construção do conhecimento científico.

Os visitantes da Feira de Ciências valorizaram e elogiaram a exposição, o que proporcionou um grande entusiasmo nos estudantes. Chamou atenção, em especial, discussões

ocorridas entre estudantes e visitantes da Feira de Ciências acerca da qualidade da água usada no abastecimento de Congonhas do Norte. Queixas como tonalidade turva da água que sai da torneira e adoecimento devido a água contaminada foram comuns e prontamente debatidas pelos estudantes mais engajados, que comentaram: “o saneamento em nosso município é muito precário e as tecnologias sociais nos ajudam a resolver impactos ambientais locais” e “as tecnologias sociais solucionam problemas gastando pouco e reutilizando materiais inutilizados em casa”.

Assim como na experiência de Adams *et al.* (2020), aqui também verificamos que a Feira de Ciências promoveu um intercâmbio de experiências e intercâmbio do conhecimento científico com o conhecimento popular, isso possibilitou a ruptura com o ensino tradicional, proporcionando um ambiente de apropriação ativa do aprendizado baseado na troca e no diálogo. Segundo Gohn (2010, p.103), “a aprendizagem se dá por meio da prática social. É a experiência das pessoas em trabalhos coletivos que gera um aprendizado”.

2.4 Articulação com competências e habilidades da BNCC

O desenvolvimento das atividades sobre as tecnologias sociais da Permacultura bem como a culminância com a Feira de Ciências, foram processos educativos que abordaram a contento todas as três competências específicas da área de conhecimento Ciências da Natureza e suas Tecnologias da BNCC, bem como diversas das habilidades prescritas para as mesmas. A primeira das competências preconiza:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global. (Brasil, 2017, p. 555).

Esta competência dialoga de forma bastante direta com as tecnologias sociais da Permacultura. As habilidades prescritas para a mesma ressaltam termos como: matéria e energia, desenvolvimento sustentável, uso consciente dos recursos naturais, sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, eficiência energética, produção de resíduos e os impactos socioambientais, riscos à saúde e ao ambiente, e usos e descartes responsáveis (veja as descrições completas dessas habilidades no Quadro 1). Tais termos se referem a mobilização de conteúdos da biologia, física e química que puderam ser amplamente abordados durante as atividades e a Feira de Ciências.

A segunda competência traz:

Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis (Brasil, 2017, p. 555).

Destacamos entre as habilidades desta competência: discutir a importância da conservação da biodiversidade e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais; e avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano; ciclos da matéria, transformações e transferências de energia.

A terceira competência diz:

Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC). (Brasil, 2017, p. 555, grifo nosso).

Ressalta-se o trecho grifado que denota um trecho desta competência plenamente exercitado na Feira de Ciências. Além disso, as suas habilidades prescritas dizem respeito à: analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações; propor soluções seguras e sustentáveis; analisar questões socioambientais, políticas e econômicas, relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis; discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais.

Como se vê, a proposta pedagógica que aqui desenvolvemos contempla plenamente as diretrizes da BNCC, demonstrando que, nas palavras de Goulart *et al.* (2022):

[...] inspirados numa perspectiva crítica, vislumbramos potencialidades de encontrar brechas no próprio documento [BNCC], que possibilitem a interlocução entre unidades temáticas, competências e habilidades que permitam inserções de práticas, conceitos, princípios e domínios da Permacultura na educação escolar. Acreditamos que, por meio desses diálogos, é possível realizar os contrapontos necessários para problematizar a realidade e colocar em ação um currículo outro, que permita repensar nossos estilos de vida. (Goulart *et al.*, 2022, p. 98)

3. Considerações finais

Neste trabalho relatamos uma experiência exitosa de atividades educativas sobre tecnologias sociais da Permacultura que, no entanto, não transcorreram sem desafios, tendo sido o principal deles o envolvimento dos alunos. Aos que se envolveram, no entanto, foi oportunizada a melhor compreensão de conceitos e processos científicos, além do diálogo e da

aplicação desse conhecimento em seu cotidiano, características que apontam para a efetivação do processo de Alfabetização Científica. A culminância das atividades educativas em uma Feira de Ciências corrobora com os dizeres de Delizoicov e Angotti (1990): “O conhecimento necessita ser compartilhado, vivido, para fazer sentido para os indivíduos. Quando os alunos trabalham coletivamente e compartilham seus conhecimentos, a aprendizagem passa a ser mais significativa”. Mantemos o posicionamento crítico à BNCC mas, neste trabalho demostramos que, embora ela não facilite, ela também não nos impede de trazer problematizações, contextualizações e discussões em sala de aula que situem os educandos nas condições em que vivem.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, F. W.; ALVES, S. D. B.; NUNES, S. M. T. A construção de conhecimentos científicos e críticos a partir de Feiras de Ciências. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.13, n. 1, p. 144-160, 2020.
- ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. (Org.) **Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- AULER, D. Enfoque CTS: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, v. 1, nº especial, 2007.
- BRASIL, Ministério da Educação. **A Base Nacional Comum Curricular – Educação é a base**. Brasília: MEC. 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CALVÃO, A. L.; GAMA, B. S. **Conhecendo algumas tecnologias sociais da Permacultura**. In: ALLAIN, L. R; FERNANDES, G. W. R. (org.). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- CORRÊA, L. B.; SILVA, M.D.S. Educação ambiental e a Permacultura na escola. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 33, n. 2, p. 90-105, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v33i2.5399>. Acesso em: 26 fev. 2022
- DELIZOICOV, D. ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências Fundamentos e Métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1990.

FRANCO, L. G.; MUNFORD, D. Reflexões sobre a Base Nacional Comum Curricular: um olhar da área de Ciências da Natureza. **Horizontes**, v. 36, n. 1, p. 158-170, 2018. Disponível em: <https://revistahorizontes.usf.edu.br/horizontes/article/view/582>. Acesso em: 1 mar. 2022.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

GAMA, B. S.; GUEDES, B. G. de A.; ALLAIN, L. R.; GOULART, M. F.; CALVÃO, A. L. Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais. In: ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. (org.). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

GOHN, M. G. **Educação não formal e o educador social: atuação no desenvolvimento de projetos sociais**. São Paulo: Cortez, 2010.

GOULART, M. F.; AMORIM, S. C.; RODRIGUES, A. C. O.; ALLAIN, L. R. Aproximações e contrapontos entre a Permacultura e a Base Nacional Comum Curricular (BNCC). In: ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. (org.). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p. 45-61, 2001. Disponível em: <https://bit.ly/3FM4jZt>. Acesso em: 1 mar. 2022.

MOLISSON, B. **Permaculture: a desingner's manual**. Ed. Tagari. 1988.

SILVA, P. V. A. **A Permacultura como metodologia de ensino na Educação Básica**. 2020. Monografia (Especialização em Práticas Educacionais em Ciências e Pluralidade) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020. Disponível em: <https://bit.ly/3krJngg>. Acesso em: 15 dez. 2021.

UNESCO. **Revista Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: [https://editora.iabs.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/RBSE-](https://editora.iabs.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/RBSE-Vers%C3%A3o-final.pdf)

[Vers%C3%A3o-final.pdf](https://editora.iabs.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/RBSE-Vers%C3%A3o-final.pdf) Acesso em: 28 abr. 2024.

Capítulo V:

IMPACTOS AMBIENTAIS NOS ECOSISTEMAS: PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA COM ENFOQUE NA POLUIÇÃO DOS RIOS ²

1. Apresentação do recurso educacional

O presente recurso educacional, baseado no Ensino de Ciências por Investigação (ENCI), refere-se à uma sequência didática e tem como foco o desenvolvimento de atividades voltadas para o tema impactos ambientais, com enfoque na poluição dos rios. Os Planos de Curso do Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) orientam o desenvolvimento do Objeto de Conhecimento (OC) “Impactos Ambientais nos Ecossistemas” no 2º ano do Ensino Médio, dentro das seguintes unidades temáticas: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmos; Tecnologia e Linguagens. Sanchéz (2013, p. 34) adota como conceito de impactos ambientais a “alteração da qualidade ambiental que resulta da modificação de processos naturais ou sociais provocada por ação humana”. Desta forma, apesar das orientações explicitadas nos currículos oficiais, a temática pode emergir em diferentes momentos, uma vez que permeia a realidade dos estudantes constantemente.

Este recurso educacional tem os seguintes objetivos: 1. Analisar os efeitos de ações antrópicas sobre os ecossistemas e seus impactos para os seres vivos por meio de diferentes ferramentas durante o processo investigativo; 2. Debater as questões socioambientais e as influências políticas e econômicas sobre a tomada de decisões de caráter público; 3. Investigar a poluição nos corpos d’água a partir da observação e promoção de debates críticos; 4. Propor e debater alternativas e intervenções para solucionar os diferentes problemas encontrados durante o processo investigativo.

² Este capítulo é constituído por um trabalho que foi apresentado no III ENECI – Encontro de Ensino por Investigação na categoria “Recurso educacional” e na área temática “Ensino e aprendizagem baseados em ensino por investigação”. São autores do mesmo: Jefferson Luiz Costa Santos, Júlio César Alves Andrade, Luciana Resende Allain e Maíra Figueiredo Goulart. O trabalho está publicado nos anais do referido evento, disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iii-eneci-383547/781920-impactos-ambientais-nos-ecossistemas--proposta-de-sequencia-didatica-com-enfoque-na-poluicao-dos-rios/>

O texto do capítulo está redigido segundo as normas do evento, com citações e referências segundo ABNT.

2. Detalhamento do recurso educacional

As atividades investigativas propostas nesta sequência didática podem ser desenvolvidas em cerca de seis aulas de 50 minutos. Elas abordam conteúdos que dialogam com os impactos ambientais, ao investigar características físicas, químicas e biológicas de amostras de água limpa e poluída. Se possível, estas amostras devem ser provenientes do rio que abastece a comunidade do local onde a sequência didática será desenvolvida, o que promoverá a contextualização dos conceitos e procedimentos científicos e a aproximação a realidade vivenciada pelos estudantes em questão.

As atividades investigativas estão organizadas em seis elementos e suas respectivas etapas, conforme Fernandes; Allain e Dias (2022). Elas são apresentadas no Quadro 1 e maiores detalhamentos quanto aos materiais necessários para o desenvolvimento das práticas e etapas procedimentais estão discriminadas no Quadro 2.

Quadro 1. Elementos das Atividades Investigativas em Ensino de Ciências (AIEC) e suas respectivas etapas da investigação, conforme Fernandes; Allain e Dias (2022).


Elementos AIEC	Etapas da Investigação
1. Problema	1) O problema da atividade investigativa: o rio que abastece a sua cidade está poluído? 2) As principais reflexões sobre o problema: - Atividades antrópicas causam impactos no rio? - A qualidade da água pode afetar o ecossistema e a saúde da população? - Quais microrganismos vivem no rio? 3) Exemplos relacionados ao problema: - Superexploração de recursos hídricos e demais recursos naturais. - Saneamento, desperdício, poluição da água e descarte inadequado de lixo. - Desigualdade social e justiça ambiental.
2. Hipótese	É importante que o professor aborde o conceito de hipótese previamente e antes de cada atividade investigativa e faça questionamentos e indagações a fim de fomentar reflexões nos estudantes e delinear suas hipóteses, que devem ser registradas.
3. Processo investigativo	O detalhamento das práticas, como a descrição dos materiais necessários e os procedimentos adotados, está no Quadro 2. 1) Atividades investigativas: A. Análise de trechos do rio e coleta de amostras de água B. Análise do pH das amostras de água. C. Demonstração da tensão superficial da água. D. Experimento sobre erosão do solo. E. Investigação dos microrganismos presentes nas amostras de água. 2) Descrição do processo investigativo pelos estudantes: Em uma aula de campo, a turma visita diferentes trechos do rio que abastece a cidade, se possível, a área próxima à nascente, onde é captada a água para uso urbano, e um trecho à jusante da zona urbana, onde há descarte de efluentes

	<p>domésticos. Em cada trecho do rio, os alunos coletam amostras de água e coletam dados por meio do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats. Este é um questionário adaptado de Callisto <i>et al.</i> (2002) utilizado para quantificar os níveis de impactos humanos, bem como a estrutura e funcionamento dos ecossistemas aquáticos, sendo fácil compreensão, pode ser utilizado tanto em atividades de pesquisa quanto de ensino. De volta à escola, as amostras de água são usadas nas atividades experimentais e demonstrativas quanto as características físicas, químicas e biológicas. Deve-se buscar refletir e responder: Como o ambiente no entorno do rio influencia as características do ambiente aquático? Qual impacto do esgoto doméstico nas características químicas e físicas do rio? Qual impacto da ausência de vegetação ciliar no rio? Quais organismos vivem no rio?</p>
4. Interpretação	<p>A. Análise de trechos do rio Com o Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats, os estudantes deverão comparar características dos ambientes físicos de cada trecho do rio, a fim de evidenciar como as ações antrópicas no ecossistema de entorno do rio podem influenciar na qualidade da água, correlacionando esses dados com os resultados obtidos nas outras atividades práticas.</p> <p>B. Análise do pH das amostras de água. Poderá ser problematizado a incompatibilidade de vida em águas muito ácidas ou muito alcalinas e se ou quanto a poluição dos rios afeta este parâmetro.</p> <p>C. Demonstração da tensão superficial da água. Deverá ser proposta a reflexão sobre a importância da tensão superficial para a vida no rio, especialmente para os insetos que habitam a lâmina d'água. Em seguida, conduzida a demonstração do efeito do detergente na quebra da tensão superficial e, por fim, problematizado o descarte de produtos de limpeza no esgoto que é direcionado para o rio.</p> <p>D. Experimento sobre erosão do solo. O experimento deve evidenciar o papel da vegetação na proteção contra a erosão do solo e, portanto, consequentemente, na proteção dos rios contra o assoreamento. Os estudantes poderão comparar suas hipóteses sobre qual cobertura é mais adequada para as margens dos rios e deduzir a importância das matas ciliares.</p> <p>E. Investigação dos microrganismos presentes nas amostras de água. A observação dos microrganismos nas amostras de água permite refletir sobre a existência de vida na água mesmo quando poluída. Poderá ser debatido como alguns desses microrganismos podem ser prejudiciais para a saúde de quem consome a água.</p>
5. Conclusão	<p>1) Sistematização e registro dos dados: Após o desenvolvimento das atividades os estudantes deverão registrar seus resultados no roteiro.</p> <p>2) Comunicação das informações: Em grupos, os estudantes podem eleger um relator para compartilhar os resultados obtidos.</p> <p>3) Aplicação do conhecimento construído na atividade em outras situações: Diferentes pontos poderão ser levantados e debatidos pelos estudantes, como os riscos de consumir água não tratada, a importância de políticas públicas de saneamento, a importância da preservação da vegetação nas margens dos rios, etc.</p>

6. Organização do conhecimento	Descrição das definições, conceitos, relações. Após o término das atividades os conceitos científicos poderão ser retomados como: erosão dos solos, tensão superficial da água, fungos e bactérias. Ainda, poderão ser abordados aspectos como a desigualdade social e a importância das políticas públicas de saneamento básico.
---------------------------------------	---

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

Quadro 2. Detalhamento das Atividades Investigativas em Ensino de Ciências (AIEC).

A. Análise de trechos do rio e coleta de amostras de água
<p>Materiais para análise de trechos do rio:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Pranchetas e canetas esferográficas. - Cópias impressas do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats. <p>Procedimentos para análise de trechos do rio:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A aula prática deve abranger no mínimo dois trechos do rio com diferentes de vegetação de entorno e aspecto visível da água. 2. Dividir os estudantes em grupos e os instruir sobre a coleta de dados por meio do preenchimento do Protocolo. <p>Materiais para coleta de amostras de água:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Tubos plásticos esterilizados. - Caneta esferográfica e fita crepe (para identificação dos tubos). - Luvas descartáveis. <p>Procedimentos para coleta de amostras de água:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Os tubos devem ser esterilizados para evitar ao máximo possíveis contaminações. Podem ser autoclavados em laboratório, fervidos em água quente ou limpos com álcool. 2. Após a esterilização os tubos só deverão ser abertos no local da coleta. 3. Identificar com fita crepe e caneta esferográfica cada tubo com os respectivos pontos de coleta. 4. Utilizar luvas descartáveis nos pontos de coleta onde a água está poluída.
<p>Figura 1. Alunos da educação básica investigando diferentes trechos do rio que abastece a cidade.</p> <div data-bbox="470 1456 1260 1926">  </div> <p>Fonte: Máira Goulart, 2023.</p>

B. Análise do pH das amostras de água

Materiais:

- Amostras de água coletadas na atividade A.
- Béqueres ou recipientes de vidro de boca larga.
- Caneta esferográfica e fita crepe para identificação dos recipientes.
- Papel fita de pH (testes que sinalizam, a partir de um sistema de cores, o pH aproximado de uma amostra).

Procedimentos:

1. Identificar os béqueres quanto à origem das amostras de água do rio e, se necessário acrescentar outras amostras de água como por exemplo, de água potável filtrada.
2. Dividir os alunos em grupos, distribuir as fitas e instruir que as insiram no vidro e aguardem o tempo determinado pelo fabricante.
3. Comparar a coloração da fita e com a cartela de cores das orientações do produto, estimando-se assim o pH da amostra.
4. Registrar os resultados.

Figura 2. Alunos da educação básica analisando o pH de amostras de água.



Fonte: Lorrany Fonseca e Maíra Goulart, 2023.

C. Demonstração da tensão superficial da água

Materiais:

- Amostras de água pura.
- Dois béqueres ou recipientes de vidro de boca larga.
- Caneta esferográfica e fita crepe para identificação dos recipientes.
- Talco.
- Detergente.

Procedimentos:

1. Adicionar água nos dois recipientes e detergente em um deles. Identificá-los.
2. Polvilhar gentilmente o talco sobre a água.
3. Visualizar em qual recipiente o talco permanece na lâmina d'água e em qual o talco afunda.
4. Registrar os resultados.

Figura 3. Experimento com talco em amostra de água que demonstra a existência da tensão superficial da água e sua quebra na presença de detergente.



Fonte: Máira Goulart, 2023.

D. Experimento sobre erosão do solo

Materiais:

- Seis garrafas PET de dois litros.
- Areia e terra.
- Matéria orgânica como folhas e galhos secos.
- Cobertura vegetal como porção de grama enraizada ou outra planta que sirva como forragem.
- Tesoura ou estilete.
- Barbante.

Procedimentos:

1. Três garrafas devem ser cortadas, retirando parte de sua superfície no formato de um retângulo.
2. Cada garrafa deve ser preenchida cada uma com conteúdo diferentes: apenas terra e areia, terra e areia cobertas pela matéria orgânica e terra e areia com plantas, simulando diferentes ecossistemas. Para esta última garrafa é recomendado sua confecção com antecedência para que as plantas enraizem.
3. Cortar a parte superior das outras três garrafas formando cones. Estes serão presos por barbantes nas primeiras garrafas, servindo como recipiente coletor da água.
4. Em sala, solicitar aos alunos que despejem cuidadosamente água sobre as garrafas e observem como a água escoar por cada uma das coberturas e sua coloração no cone coletor.
5. Registrar os resultados.

Figura 4. Demonstração sobre erosão do solo e consequente assoreamento dos rios.



Fonte: Lorrany Fonseca, 2023.

E. Investigação dos microrganismos presentes nas amostras de água

Materiais para visualização dos microrganismos:

- Amostras de água coletadas na atividade A.
- Lâminas e lamínulas.
- Pipeta
- Microscópio.

Procedimentos para visualização dos microrganismos:

1. Coletar uma gota de água da amostra com pipeta, posicioná-la no centro na lâmina e cobri-la com lamínula.
2. Observar no microscópio buscando a identificação de microrganismos.
3. Registrar os resultados por meio de desenhos ou fotografias.

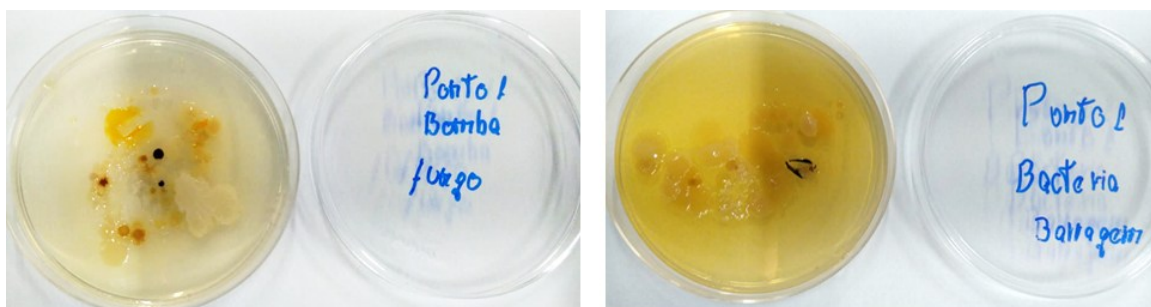
Materiais para cultura dos microrganismos:

- Amostras de água coletadas na atividade A.
- Placas de Petri com meio de cultura.
- Caneta esferográfica e fita crepe para identificação das placas.
- Hastes flexível (por exemplo: cotonete), usar uma caixa fechada não contaminada.

Procedimentos para cultura dos microrganismos:

1. Instruir os alunos a umedecer a ponta da haste flexível nas amostras de água e passá-las levemente sobre o meio de cultura, procedendo com a chamada semeadura nas placas.
2. Identificar as placas e mantê-las em uma estufa apropriada ou em uma caixa fechada (preferencialmente de isopor) em um local aquecido.
3. Determinar com os alunos a periodicidade da observação das plantas (por exemplo, a cada cinco dias).
4. Registrar o desenvolvimento dos microrganismos por meio de desenhos ou fotografias.

Figura 5. Placas com semeadura a partir de amostras de água mostrando o desenvolvimento de fungos e bactérias após sete dias de incubação.



Fonte: Júlio Andrade, 2023.

Fonte: Elaborado pelos autores, 2023.

As atividades investigativas aqui apresentadas foram inicialmente elaboradas por licenciados em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri e desenvolvidas com turmas do Ensino Médio da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, em Congonhas do Norte, Minas Gerais, ao longo de dois dias letivos de julho de 2023. A partir dos desafios e das oportunidades vivenciadas, esta sequência didática foi elaborada no

intuito de compartilhar e fomentar as oportunidades que o ENCI proporciona. Naturalmente, as etapas aqui descritas podem ser suprimidas ou adaptadas, como outras podem surgir de acordo com as necessidades de cada contexto. Naturalmente, no transcorrer das atividades práticas, surgem situações inesperadas, cabendo ao professor explorar essas variáveis junto de seus estudantes. Conforme enfatizado por Fernandes; Allain e Dias (2022), há várias possibilidades para o desenvolvimento de elementos e etapas das atividades do ENCI, os modelos disponíveis não precisam ser seguidos de forma rígida e que cada educador pode adaptá-lo à sua realidade.

3. Agradecimentos

Agradecemos ao CNPq pelos financiamentos obtidos por meio do projeto Universal, processo n. 408143/2021-5.

Referências Bibliográficas

REGIONAIS, D. S. **Planos de Curso CRMG**. Disponível em: <https://curriculoreferencia.educacao.mg.gov.br/index.php/plano-de-cursos-crmg>. Acesso em: 3 nov. 2023.

SÁNCHEZ, L. E. Avaliação de Impacto Ambiental: Conceitos e Métodos. 2ª edição ed. [s.l.] **Editora Oficina de Textos**, 2013.

FERNANDES, G. W.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. Metodologias e abordagens diferenciadas em Ensino de Ciências. 1o ed. São Paulo: **Editora Livraria da Física**. 290 p. 2022.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

Capítulo VI:

ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA POR MEIO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS COM O TEMA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO ³

1. Introdução

A Alfabetização Científica tem como foco não apenas o ensino de conceitos e métodos das ciências, mas também recai sobre a natureza das ciências e suas implicações mútuas com a sociedade e o ambiente (Sasseron, 2015). Propõe, portanto, desenvolver no público conhecimentos suficientes dos diversos campos da ciência e o saber sobre como a ciência se transforma em adventos para a sociedade, auxiliando a construção de uma consciência mais crítica em relação ao mundo (Sasseron; Carvalho, 2011).

A Alfabetização Científica é tida como o principal objetivo do Ensino de Ciências (Sasseron, 2015; Lorenzetti, 2021) e o Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) é frequentemente considerado como seu catalisador. ENCI é uma abordagem de ensino que usa atividades investigativas com objetivo de introduzir na prática escolar uma cultura científica baseada na observação, coleta de dados, estabelecimento de hipóteses, argumentações e discussões (Ferraz; Sasseron, 2017). Este é um método baseado em um referencial construtivista, que promove capacidade de criar um raciocínio crítico frente a situações-problemas, levando em conta os saberes próprios das Ciências. Portanto, quanto se trata de abordar questões ambientais, o ENCI expande o conhecimento advindo da sala de aula para o cotidiano e fundamenta a tomada de decisões que influenciam, direta ou indiretamente, a vida e o futuro dos educandos.

Água, em específico, é um tema muito interessante de ser abordado ao longo do processo formativo de adolescentes e jovens pois dialoga com várias competências e

³ Este capítulo é constituído por um trabalho que foi apresentado no IX ENEBIO – Encontro Nacional de Ensino de Biologia, na modalidade “Pesquisa Acadêmica” e no eixo temático “Estratégias, materiais e recursos didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia”. São autores do mesmo Júlio César Alves Andrade e Maíra Figueiredo Goulart. O texto do capítulo está redigido segundo as normas do evento, com citações e referências segundo ABNT.

habilidades discriminadas para o Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio. Indo para além do conteúdo científico, debater a atual crise hídrica é fundamental para revertermos o quadro de degradação e injustiças ambientais. Além de ser um tema muito abrangente e interdisciplinar, é também facilmente associado à realidade e às demandas específicas do público em questão.

O presente trabalho traz a narrativa de uma sequência de atividades investigativas planejada por licenciandos sobre a temática água e desenvolvida com estudantes do ensino médio. Ao longo do desenvolvimento da mesma foi realizada a pesquisa com o objetivo de analisar os desafios e oportunidades do ENCI e identificar o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes da educação básica.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da Pesquisa

Esta é uma pesquisa de abordagem qualitativa e de natureza exploratória-descritiva, foi aprovada pelo Comitê de Pesquisa com Seres Humanos conforme o parecer CAAE: 64530622.1.0000.5108

2.2 Área e público de estudo

Congonhas do Norte é um município da região centro-norte de Minas Gerais que está localizado no encontro dos biomas Cerrado e Mata Atlântica, na Serra do Espinhaço - região apontada como prioritária para a conservação e reconhecida como Reserva da Biosfera (UNESCO, 2017). Congonhas do Norte está na bacia hidrográfica do Rio Paraúna - considerado um dos tributários mais importantes para a revitalização do Rio das Velhas que, por sua vez, é o principal tributário do Rio São Francisco em Minas Gerais (UTE Paraúna, disponível em <https://cbhvelhas.org.br/rioparauna/>, acesso em 01/03/2023).

Em Congonhas do Norte existe apenas uma escola estadual para atender os anos finais do Ensino Fundamental e o Ensino Médio. A Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe está localizada na sede municipal e atende 635 alunos, cerca 30% oriundos da zona rural. Este trabalho foi realizado com as turmas do 1º e do 2º ano do Ensino Médio, parte do projeto Ensino Médio em Tempo Integral - EMTI na rede estadual de Minas Gerais, participaram um total de cerca de 50 alunos.

2.3 Desenvolvimento das Atividades Investigativas

Nos dias 2 e 3 de junho de 2023 foi desenvolvida a sequência didática baseada em Ensino de Ciências por Investigação resumida no Quadro 1. Ela foi planejada e executada por licenciandos de Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri enquanto atividade prática de unidades curriculares obrigatórias. A sequência didática problematizou o fato do município não apresentar saneamento básico adequado, sendo o esgotamento sanitário lançado no rio Congonhas que corta o centro da cidade. Este mesmo rio é usado, à montante, para captação da água que abastece a zona urbana.

Quadro 1. Elementos das Atividades Investigativas em Ensino de Ciências e suas respectivas etapas.

Elementos	Etapas da Investigação
1. Problema	1) Apresentação do problema da atividade investigativa: O rio está poluído? 2) Principais reflexões sobre o problema: Atividades antrópicas causam impactos no rio? A qualidade da água afeta o ecossistema e a saúde da população? 3) Exemplos de temas relacionados ao problema: Superexploração de recursos hídricos e demais recursos naturais; Saneamento, desperdício, poluição da água e descarte inadequado de lixo; Desigualdade social e justiça ambiental.
2. Hipótese	Foi esclarecido o conceito de hipótese e, em cada atividade investigativa, foram estimuladas reflexões para que os estudantes delinhassem suas próprias hipóteses.
3. Processo investigativo	<p>A. Análise de trechos do rio e coleta de amostras de água Em uma aula de campo, as turmas visitaram diferentes trechos do rio que abastece a cidade: uma a área próxima à nascente, onde é captada a água para uso urbano e um trecho à jusante da zona urbana, onde há descarte dos efluentes domésticos. Em cada trecho do rio, os alunos coletaram amostras de água e dados por meio do Protocolo de Avaliação Rápida da Diversidade de Habitats (adaptado de Callisto <i>et al.</i> 2002).</p> <p>B. Análise do pH das amostras de água Água filtrada e amostras de água coletadas no rio tiveram o pH aferido com o uso de papel fita de pH (testes que sinalizam, a partir de um sistema de cores, o pH aproximado de uma amostra).</p> <p>C. Demonstração da tensão superficial da água Recipientes com amostras de água foram polvilhados com talco, que flutuou. Em seguida foi acrescentado gotas de detergente e o talco afundou.</p> <p>D. Experimento sobre erosão do solo Três garrafas PET de 2 litros foram cortadas horizontalmente e cada uma foi preenchida com um tipo de conteúdo, simulando diferentes ecossistemas: apenas terra, terra com folhas e galhos secos e terra com plantas. Água foi cuidadosamente despejada em cima delas, em seguida, seu excesso foi recolhido. As amostras água recolhidas foram comparadas quanto à coloração, um indicativo do quanto de solo foi erodido.</p> <p>E. Investigação dos microrganismos presentes na água Amostras de água filtrada e do rio foram levadas ao microscópio óptico, tendo sido observada a presença de microrganismos. Em seguida as amostras foram semeadas em</p>

	meios de cultura para fungos e bactérias e seu desenvolvimento foi acompanhado pelos alunos nos dias seguintes.
4. Interpretação	<p>A. Análise de trechos do rio Os estudantes puderam comparar características do ambiente físico de cada trecho do rio, a fim de evidenciar como as ações antrópicas no ecossistema de entorno podem influenciar na qualidade da água, correlacionando esses dados com os resultados obtidos nas outras atividades práticas.</p> <p>B. Análise do pH das amostras de água Foi problematizado a incompatibilidade de vida em águas muito ácidas ou muito alcalinas e se (ou quanto) a poluição dos rios afeta este parâmetro.</p> <p>C. Demonstração da tensão superficial da água Foi problematizado a importância da tensão superficial para a vida no rio, especialmente para os insetos que habitam a lâmina d'água. Em seguida, foi conduzida a demonstração do efeito do detergente na quebra da tensão superficial e, por fim, problematizado o descarte de produtos de limpeza no esgoto que é direcionado para o rio.</p> <p>D. Experimento sobre erosão do solo O experimento evidenciou o papel da vegetação na proteção contra a erosão do solo e, portanto, consequentemente, na proteção dos rios contra o assoreamento.</p> <p>E. Investigação dos microrganismos presentes na água A observação dos microrganismos nas amostras de água permitiu refletir sobre a existência de vida na água mesmo quando poluída. Foi debatido como alguns desses microrganismos podem ser prejudiciais para a saúde de quem consome a água.</p>
5. Conclusão	<p>1) Sistematização e registro dos dados: os estudantes registraram os resultados em um roteiro de aula prática.</p> <p>2) Comunicação das informações: os estudantes debateram e compartilharam os resultados obtidos com os colegas.</p> <p>3) Aplicação do conhecimento construído: foram problematizados riscos de consumir água não tratada, a importância de políticas públicas de saneamento, a importância da preservação da vegetação nas margens dos rios, dentre outros.</p>
6. Organização do conhecimento	Ao final dos experimentos e demonstrações, conceitos científicos como pH, erosão dos solos, tensão superficial da água, fungos e bactérias, foram retomados. Também foram abordados aspectos como a desigualdade social e a importância das políticas públicas de saneamento básico.

Fonte: Elaborado pelos autores, baseado em Fernandes; Allain; Dias (2022).

2.4 Técnicas e instrumentos de coleta de dados

Para analisar os desafios e oportunidades do ENCI e identificar o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes da educação básica foram usados como fontes de dados: a) transcrição das gravações de trechos do desenvolvimento das atividades investigativas; b) anotações em caderno de campo dos pesquisadores; e c) roteiro de atividades práticas preenchidos pelos alunos da educação básica. Foi mantido o anonimato dos estudantes da educação básica participantes da pesquisa. Para os dados obtidos em (a) e (b) nem sempre o estudante pode ser reconhecido e, portanto, não foi identificado no texto por uma sigla específica, para (c) os estudantes foram identificados no texto como E1, E2 ... E25.

Foi realizada Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2006), por meio das etapas: a) Unitarização: análise dos textos e identificação das unidades de significados; b) Categorização: estabelecimento de relações entre as unidades de significado, sendo categorias emergentes: 1) Compreensão do conteúdo científico; 2) Formulação de hipóteses; e 3) Aproximação do conteúdo científico com o cotidiano. c) Metatexto: descrição e interpretação das categorias.

3. Resultados e Discussão

Os resultados mais interessantes vieram dos dados de transcrição das gravações do desenvolvimento das atividades e das anotações em caderno de campo dos pesquisadores que registraram, em especial, comportamentos e comentários espontâneos dos alunos no decorrer das atividades. O roteiro de atividades práticas preenchidos pelos alunos conteve, principalmente, respostas muito sucintas, mas alguns desses registros foram usados em nossa análise. Identificamos categorias que remetem aos desafios e oportunidades do ENCI e o processo de Alfabetização Científica entre os estudantes da educação básica, que são descritas a seguir.

A) Compreensão do conteúdo científico

A.1) Subcategoria: Não compreendeu ou compreendeu parcialmente

As atividades desenvolvidas foram planejadas para propiciar a construção de novos conhecimentos a partir dos conhecimentos que os alunos já possuíam e para oportunizar a aplicação desses conhecimentos em outros contextos, especialmente em seu cotidiano. Foi identificado, no entanto, que para a atividade relacionada ao pH da água, os alunos não dispunham de conhecimento prévio suficiente para avançar nas reflexões naquele momento e tiveram dificuldade de compreensão do conceito de pH. O trecho do roteiro de atividade que se refere a este experimento deixou de ser preenchido por muitos alunos e muitos outros registraram apenas “o ponto de captação 1 deu pH igual a 6”, resposta superficial que foi copiada entre vários dos colegas.

Especificamente para esta atividade, as respostas mostram a Alfabetização Científica Nominal em curso, uma categoria proposta por Bybee (1995) que ocorre quando o estudante

reconhece que determinado termo (no caso, o pH) está relacionado com a ciência, mas pouco mais saberá além disso.

Paradoxalmente, a atividade de aferição de pH foi uma das que mais gerou entusiasmo na turma pelo fato de todos terem sido encorajados a manusear e realizar os testes, com a distribuição individual das fitas de mensuração de pH. Todos, portanto, colocaram a “mão na massa” o que no ENCI caracteriza como atividade manipulativa, ou do tipo “hands on”: “onde os estudantes irão manipular um objeto real, realizando um experimento para obter resposta de um dado problema de investigação” (Fernandes; Allain; Dias, 2022, p. 238). Embora importante, esta parte “física” da aprendizagem não garante o desenvolvimento de habilidades mais complexas como a compreensão de um conceito ou processo científico.

A.2) Sub categoria: Compreendeu

Para as demais atividades experimentais, houve respostas que indicaram compreensão de processos e conceitos científicos por parte dos alunos. Por exemplo, E7 registrou: “Dados [sic] dois potes com água, em um há uma mistura de um pouco de detergente o que altera a tensão superficial, assim, quando se adiciona o talco na superfície ele afunda rapidamente e podemos notar o efeito contrário no outro pote. Assim fica comprovado que a tensão superficial das águas do esgoto são [sic] alteradas por produtos químicos ali depositados, mas nem todos os produtos químicos quebram a ligação de hidrogênio na água”. Houve também o registro de E17: “A água coletada da ponte, ao adicionar o talco ele afundou rapidamente pois tinha tanto resíduo de detergente”. Sobre o experimento de erosão do solo, E9 escreveu “A mata ciliar funciona como um escudo para o solo e para os rios. A mata ciliar impede que dejetos vão para o leito dos rios e a falta dela acontece a erosão do solo”. Resposta esta, complementada pela de E4: “A mata ciliar serve literalmente como os cílios do olho protegendo de dejetos”.

Nas respostas desses alunos observamos a capacidade de utilizar conceitos científicos e potencialmente aplicá-los para tomar decisões responsáveis na vida cotidiana e isto é uma importante habilidade que se espera com o processo de Alfabetização Científica (Lorenzetti, 2021). Nestes registros, reconhecemos elementos da Alfabetização Científica Funcional, categoria proposta por Bybee (1995) que é alcançada quando são usados termos científicos de forma adequada (no caso dos exemplos de respostas supracitadas: tensão superficial, ligações de hidrogênio, mata ciliar e erosão). Mas, para além disso, verificamos nessas respostas também

o estabelecimento de relações entre fatos, fenômenos e conceitos, caracterizando o alcance da Alfabetização Conceitual e Processual de Bybee (1995).

B) Formulação de hipóteses

Cada uma das atividades foi precedida por uma problematização e explanação das etapas do experimento. Foram debatidas questões problemas como: Como o ambiente no entorno do rio influencia as características do ambiente aquático? Qual impacto do esgoto doméstico nas características químicas e físicas do rio? Qual impacto da ausência de vegetação ciliar no rio? Quais organismos vivem no rio? Os alunos foram então encorajados a desenvolver hipóteses. Foi explanado que “hipótese é a forma que você propõe de solucionar sua pergunta; como ou por que ocorre o fenômeno observado” e ainda “se o experimento demonstrar que sua hipótese está errada, não tem problema pois isso irá fazer com que a gente gere outras hipóteses; resultado negativo também é resultado” (falas de licenciandos ministrantes da atividade). Houve grande dificuldade por parte dos alunos que, frequentemente, perguntavam “o que que é para escrever aqui, professora?”, apontando o campo hipótese do roteiro de atividades. Criou-se, inclusive, uma resposta jocosa para esta pergunta “não vou ditar a resposta, não é aula de ditado!” (fala da professora).

Após intervenções dos licenciados com exemplos de hipóteses e outras reflexões mais aprofundadas, indicando que registrassem suas suposições acerca tema e que isso poderia ser feito no formato de uma pergunta, alguns alunos demonstraram maior compreensão do que estava sendo proposto. No roteiro de atividade prática, houve respostas como a de E1: “Acredito que o pH das duas amostras apresentadas irão variar” e E3: “A alteração do pH é devido a presença de esgoto”. Alguns alunos registraram perguntas como hipóteses, como por exemplo E7: “Produtos químicos alteram a tensão superficial da água?” e E18: “Se adicionar cloro às amostras, o pH irá alterar?”.

Embora estas respostas compiladas acima denotem uma maior compreensão de como a formulação das hipóteses consta nas etapas do desenvolvimento de um experimento científico, não houve registros por parte dos alunos de hipóteses fundamentalmente bem elaboradas. Embora complexa, a formulação de hipóteses é uma parte importante do ENCI (Ferraz; Sasseron, 2017). Para Carvalho (2013), o levantamento de hipóteses oferece aos alunos condições para pensarem e trabalharem com as variáveis relevantes do fato científico central do conteúdo programático.

Conforme Carvalho (2018) há no ENCI diferentes possibilidades de graus de liberdade entre professores e alunos. O primeiro proporciona ações que tornam o aluno ativo (em maior ou menor grau) no seu próprio processo de construção de conhecimento. As atividades investigativas aqui desenvolvidas são do tipo “Grau 2 de liberdade intelectual”: o professor propôs o problema e as hipóteses foram desenvolvidas pelos estudantes com o apoio do professor. Houve uma busca por maior liberdade aos estudantes no entendimento de que mesmo errando é possível em seguida refazer o raciocínio buscando a compreensão do erro.

C) Aproximação com o cotidiano

Durante o desenvolvimento das atividades, por diversas vezes observou-se comentários os alunos que demonstraram a aproximação ou a contextualização do conceito científico abordado com o seu cotidiano. Mas é importante notar que raramente essa aproximação foi observada nos registros escritos feitos no roteiro de atividade prática, demonstrando que os próprios alunos estão tão acostumados com o sistema de ensino conteudista que, espontaneamente, eles não são capazes de identificar o valor da aproximação do conceito científico com o seu cotidiano e registrá-lo como algo importante em seus relatórios de atividades.

As mais interessantes aproximações com o cotidiano surgiram quando os alunos quiseram ir além das etapas propostas para a experimentação e sugeriram espontaneamente adequações. Eles propuseram, por exemplo, acrescentar nos experimentos sobre características químicas, físicas e biológicas da água, uma amostra de água do bebedouro da escola. Quiseram também verificar se a adição cloro muda o pH ou quebra a tensão superficial da água e concluíram “cloro é bom para limpar banheiro, mas é ruim para o rio”.

Muito interessante foi a proposta de um novo experimento científico que não estava previsto no roteiro original: “vamos testar a regra dos cinco segundos” – tal popular “regra” propõe que um alimento que cai no chão e é recuperado em menos de cinco segundos não se contamina e pode ser consumido com segurança. A proposta foi acatada pelos ministrantes da atividade que instigaram os alunos a propor as etapas do experimento. Eles deixaram uma haste flexível limpa no chão da sala de aula por cinco segundos que em seguida foi esfregada em placas contendo meios de cultura. Uma haste flexível limpa também foi esfregada em placas contendo meios de cultura para ser o controle. O crescimento microbiano foi observado nos dias seguintes.

Os resultados são coerentes com Rodrigues, Pereira e Fernandes (2021), para quem “o ENCI se apoia na curiosidade, buscando instigar o aluno a resolver problemas, que podem até mesmo ser do próprio cotidiano” (p. 328). O fato de ter havido propostas partidas dos alunos de alterações nos experimentos bem como a proposta de um experimento totalmente novo para a aula, são características muito próprias do ENCI que se configura como uma metodologia que preza pelo engajamento e pela participação ativa dos estudantes (Fernandes; Allain; Dias, 2021). Além disso, a aproximação do conhecimento científico do cotidiano também é exaltada pelo ENCI pois “trata-se da aplicação social do conhecimento” (Fernandes; Allain; Dias, 2021, p. 236). Cabe destacar que especificamente no caso da atividade proposta pelos alunos sobre a regra dos cinco segundo, foi dado “Grau 5 de liberdade intelectual”. Nesta categoria de ensino por investigação, o problema é escolhido e proposto pelos alunos, e, conforme Carvalho (2018), é muito rara nos cursos fundamentais e médios.

De acordo com Lorenzetti (2021), o desenvolvimento da Alfabetização Científica possibilita o envolvimento e a motivação dos alunos, além da compreensão, discussão e tomada de posição em relação aos assuntos que envolvem ciência e, fundamentalmente, aplicando o conhecimento em seu cotidiano. As aproximações com o cotidiano constadas neste estudo apontam para o alcance do nível mais complexo da Alfabetização Científica, denominado Multidimensional. Segundo Bybee (1995), neste nível os alunos possuem condições de adquirir, explicar e aplicar os conhecimentos científicos na solução dos seus problemas diários.

4. Considerações finais

Neste trabalho apresentamos desafios e oportunidades do desenvolvimento de uma sequência investigativa e analisamos o processo de Alfabetização Científica. Em uma releitura de Delizoicov e Angotti (1990), Lorenzetti (2021) aponta que:

o conhecimento não pode ser ministrado numa abordagem de simples transmissão. Ele deve ser garantido através de uma abordagem crítica [...] O conhecimento necessita ser compartilhado, vivido, para fazer sentido para os indivíduos. Quando os alunos trabalham coletivamente e compartilham seus conhecimentos, a aprendizagem passa a ser mais significativa. (Lorenzetti, 2021, p. 55)

Tudo isso pôde, de fato, ser constatado no desenvolvimento das atividades. Os alunos apresentaram falas que mostram habilidade de decodificar, interpretar e estabelecer relações com outros conhecimentos, pressupostos da Alfabetização Científica (Lorenzetti, 2021). Cabe, no entanto, dizer que isto não se deu de forma isenta de desafio e nem sempre se materializou no preenchimento do roteiro de atividade prática. Grande parte dos alunos tiveram dificuldade

de expressar seu aprendizado com o registro por escrito. Porém, a participação ativa, o engajamento e a busca por incrementar os experimentos propostos foram marcantes, bem como a constatação da aproximação dos conceitos científicos com o cotidiano dos alunos.

Referências Bibliográficas

BYBEE, R.W. **Achieving scientific literacy**. The Science Teacher, Arlington: United States, v.62, n.7, p.28-33, 1995.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002. Disponível em: <https://jbb.ibict.br/bitstream/1/708/1/Callisto%20et%20al.pdf> Acesso em: 28 abr. 2024.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: Carvalho, A. M. P (org). Ensino de Ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: **Cengage Learning**, 2013, p. 1-20.

CARVALHO, A. M. P. Fundamentos teóricos e metodológicos do ensino por investigação. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**. v. 18, n. 3, 2018. DOI: <http://10.28976/1984-2686rbpec2018183765>. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4852/3040>. Acesso em: 28 abr. 2024.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: **Cortez**, 1990.

FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. Metodologias e abordagens diferenciadas em Ensino de Ciências. São Paulo: **Livraria da Física**, 2022.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017. DOI: <http://10.22600/1518-8795.ienci2017v22n1p42>. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/312/pdf> . Acesso em: 28 abr. 2024.

FREIRE, P. Educação e Mudança. Rio de Janeiro: **Paz e Terra**, 1989.

LORENZETTI, L. A Alfabetização Científica e Tecnológica: Pressupostos, Promoção e Avaliação na Educação em Ciências. In: MILARÉ, T.; RICHETTI, G.P.; LORENZETTI, L.; PINHO-ALVES, J. (org). **Alfabetização científica e tecnológica na educação em ciências: fundamentos e práticas**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, 2021, p 47-72.

MORAES, R.; GALIAZZI, M.C. Análise Textual Discursiva: Processo Reconstutivo de Múltiplas Faces. **Ciência & Educação**. v.12, n.1, p.117 – 128, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100009>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/wvLhSxkz3JRgv3mcXHBWSXB/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 28 abr. 2024.

RODRIGUES, A. C.; PEREIRA, A. N. A.; FERNANDES, G. W. R. A relação entre atividades antrópicas e recurso hídricos: uma experiência didática baseada no ensino de ciências por investigação com alunos do ensino fundamental II. **Revista Brasileira de Educação em Ciências e Educação Matemática**. v. 4, n.2, 2020. DOI: <http://10.33238/ReBECem.2020.v.4.n.2.24291>. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/rebecem/article/view/24291>. Acesso em: 28 abr. 2024.

SASSERON, L. H.; Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**. v. 17, p. 49-67. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04> Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/K556Lc5V7Lnh8QcckBTTMcq/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 28 abr. 2024.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. D. Alfabetização Científica: uma Revisão Bibliográfica. **Revista Investigações em Ensino de Ciências**. v. 16(1), p. 59-77. 2011. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/246/172> Acesso em: 28 abr. 2024.

UNESCO. **Revista Reserva da Biosfera da Serra do Espinhaço**, v. 1, n. 1, 2017. Disponível em: <https://editora.iabs.org.br/site/wp-content/uploads/2018/03/RBSE-Vers%C3%A3o-final.pdf> Acesso em: 28 abr. 2024.

Capítulo VII:

A PERCEPÇÃO DE LICENCIANDOS SOBRE A CONTRIBUIÇÃO DO ENSINO DE CIÊNCIAS POR INVESTIGAÇÃO NA ABORDAGEM DO TEMA ÁGUA NO ENSINO MÉDIO ⁴

1. Introdução

No Ensino de Ciências por Investigação (ENCI) são desenvolvidas atividades investigativas com objetivo de introduzir na prática escolar uma cultura científica baseada na observação, coleta de dados, estabelecimento de hipóteses, argumentações e discussões (Ferraz; Sasseron, 2017), o que pode auxiliar na construção de conceitos pelos estudantes, uma vez que, de acordo com Ferreira, Hartwing e Oliveira (2010) os estudantes utilizam o conteúdo conceitual e procedimental em busca da resolução para as situações-problema proposta pelo professor. No entanto, para além do desenvolvimento de tais atividades investigativas, o ENCI configura uma abordagem de ensino, ou seja, uma forma de aprender e ensinar Ciências de maneira ativa e construtivista, segundo a qual o aluno é um sujeito ativo na construção do conhecimento, um construtor de sua própria aprendizagem (Fernandes *et al.*, 2022).

No ENCI o processo de investigação é colocado em prática por meio de atividades experimentais ou reflexões a partir de textos. A investigação é realizada pelos estudantes a partir e por meio das orientações do professor, este, por sua vez, também tem um papel de destaque no processo já que, conforme Ferraz e Sasseron (2017) “de modo objetivo, o ensino por investigação só será de fato investigativo se o professor promover condições para que ele ocorra” (Ferraz; Sasseron, 2017, p. 4). Também é importante deixar claro que não há expectativa de que os alunos vão pensar ou se comportar como cientistas, pois eles não têm

⁴ Este capítulo é constituído por um trabalho que foi apresentado no III ENECI – Encontro de Ensino por Investigação na categoria “Relatos de pesquisa” e na área temática “Formação de professores e o ensino por investigação”. São autores do mesmo: Júlio César Alves Andrade, Luciana Resende Allain, Máira Figueiredo Goulart. O trabalho está publicado nos anais do referido evento, disponível em: <https://www.even3.com.br/anais/iii-eneci-383547/781472-a-percepcao-de-licenciandos-sobre-a-contribuicao-do-ensino-de-ciencias-por-investigacao-na-abordagem-do-tema-ag/>

O texto do capítulo está redigido segundo as normas do evento, com citações e referências bibliográficas segundo ABNT.

idade, nem conhecimentos específicos nem desenvoltura no uso das ferramentas científicas para tal realização. O que se propõe é muito mais simples – queremos criar um ambiente investigativo em sala de aula, de tal forma que possamos ensinar (conduzir/mediar) os alunos no processo (simplificado) do trabalho científico (Carvalho *et al.*, 2013).

Devido à sua relevância, a prática do ENCI é parte da formação dos licenciandos em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, em Diamantina, Minas Gerais. No primeiro semestre de 2023, os licenciandos planejaram e desenvolveram atividades de ENCI com o tema água. O tema água é muito interessante de ser abordado pois dialoga com várias competências e habilidades discriminadas para o Ensino de Ciências da Natureza e suas Tecnologias no Ensino Médio. Além disso, ao refletir sobre água, o aluno pode facilmente relacionar o que aprendeu com sua realidade e a utilizar o conhecimento aprendido em outras disciplinas. Indo para além do conteúdo científico, debater a atual crise hídrica é fundamental para revertermos o quadro de degradação e injustiças ambientais.

A presente pesquisa buscou analisar a percepção dos licenciandos sobre o processo de planejamento, desenvolvimento e avaliação de atividades de ENCI com o tema água em turmas de Ensino Médio.

2. Metodologia

Como parte de atividades práticas de disciplinas obrigatórias, os licenciandos planejaram atividades de ENCI e as desenvolveram com turmas do Ensino Médio da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, em Congonhas do Norte, Minas Gerais. O rio que corta a cidade encontra-se poluído e a população sofre com a falta de saneamento básico. Durante dois dias letivos, por meio da realização de atividades práticas participativas, buscou-se fazer com que as turmas se engajassem em discussões para entender fenômenos naturais envolvendo a água do rio. As atividades foram baseadas nas seguintes questões-problema: “de onde vem e para onde vai a água usada na escola?” e “há diferenças entre água da nascente e a água do rio poluído?”.

Inicialmente foram realizadas visitas com as turmas de Ensino Médio em diferentes trechos do rio que abastece a cidade: áreas onde é captada a água para uso urbano próximas à nascente e um trecho à jusante da zona urbana, onde o rio é visualmente poluído. Amostras de água foram coletadas e o ambiente físico de tais locais foi avaliado por meio do Protocolo de

Avaliação Rápida de Rios (Callisto *et al.*, 2002, com modificações). Em seguida, na própria escola, foram desenvolvidas atividades experimentais e demonstrativas quanto às características físicas, químicas e biológicas das amostras de água, tais como: aferição de pH, demonstração de tensão superficial e sua quebra na presença de poluentes, observação ao microscópio de microrganismos presentes nas amostras de água e o acompanhamento do desenvolvimento de culturas de bactérias e fungos oriundos destas amostras. Também foi realizada uma prática para demonstrar o efeito da erosão do solo, causada pela remoção da vegetação, na qualidade da água do rio.

Após a finalização das atividades, 16 licenciandos participaram de um Grupo Focal (GF), técnica de coleta de dados caracterizada pela condução de uma entrevista coletiva baseada em um roteiro semi-estruturado. Os licenciandos debateram e expuseram suas percepções sobre os seguintes temas, presentes no roteiro do GF: i) o ENCI; ii) significado da vivência para os próprios licenciandos; e iii) percepção dos licenciandos sobre o significado da vivência para os estudantes da educação básica. A transcrição do Grupo Focal foi submetida a Análise Textual Discursiva (ATD) de Moraes e Galiazzi (2006) e foram identificadas as categorias emergentes: 1) conhecimento do ENCI; 2) concepção do ENCI; 3) vantagens do ENCI; e 4) desafios do ENCI; e as categorias pré-estabelecidas: 5) significado da vivência para os próprios licenciandos; e 6) percepção dos licenciandos sobre o significado da vivência para os estudantes da educação básica. Foi mantido o anonimato dos participantes, os licenciandos foram identificados como L1, L2 ... L16 conforme especificado no projeto aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com seres humanos, parecer CAAE: 64530622.1.0000.5108.

3. Resultados e Discussão

A) Conhecimento do ENCI

Os licenciandos conheceram o ENCI durante disciplinas obrigatórias do curso de licenciatura e também em projetos desenvolvidos neste, conforme as falas de L1: “Eu conheci o ensino de ciências por investigação, através de disciplinas do curso de graduação”, e em L3, “eu conheci o ENCI especificamente no PIBID”. Os licenciandos não se recordam de ter tido contato com o ENCI durante sua formação na Educação Básica e afirmam L7 e L9: “Eu nunca tive contato na época de escola com este tema. Fui conhecer na universidade mesmo. Não me lembro de meus professores de ciência instigando a gente, era tudo no tradicional mesmo”. De

fato, o Ensino de Ciências ainda é frequentemente feito forma descontextualizada, descritiva e baseia-se na memorização de termos e fenômenos (Krasilchik, 2004; Munford; Lima, 2007; Scarpa; Silva, 2013) *apud* Campos e Scarpa (2018). No entanto, desde a década de 1990, os Parâmetros Curriculares Nacionais (MEC, 1998) já destacavam habilidades relacionadas a práticas científicas como objetivos para o ensino de Ciências, e mesmo a controversa Base Nacional Comum Curricular (Brasil, 2017) reforça que mais importante do que o que os alunos devem “saber” é o que “saber fazer”. Pode-se entender, portanto, que o ensino de Ciências não deveria estar ligado apenas à assimilação de conteúdo, mas sim ao desenvolvimento da capacidade de reflexão, criticidade e ação do indivíduo na resolução de problemas sociais, individuais e ambientais. É, portanto, um desafio para a área de ensino, fazer com que estes objetivos se concretizem na sala de aula.

B) Concepção dos Licenciandos sobre o ENCI

Os licenciandos reconhecem o ENCI como uma metodologia ativa de ensino, como evidenciando na fala de L8: “acredito ser bacana, colocar o aluno como protagonista do processo”. Os licenciandos também entendem que, com o ENCI, o aluno é capaz de organizar o conhecimento evidenciado por L10: “É levar o estudante a indagar, querer saber o porquê das coisas. Porque, por onde e por aí vai”. Os licenciandos conseguem perceber a importância do ENCI, aproximando o ambiente de sala de aula com o seu cotidiano, como em L9: “ele [o ENCI] vai trazer uma temática de como você professor ou estagiário [...] acaba tendo este olhar de investigação e aí o que eu vejo é uma forma de se aproximar mais dos alunos, da comunidade”.

Houve também a percepção de que o ENCI não é engessado, comentado por L5: “este ato de estimular o aluno a pensar, não chegar com respostas formadas, com respostas já feitas, não ter um parâmetro de respostas certas. Assim, é vê ele tentando, ele se expondo dando a cara a tapa e assim que eles conseguem entender que fazem parte de todo esse processo”. Foi percebido também que os licenciandos entendem que o professor é o mediador no processo como em L4 e L6: “na minha experiência, é que deu uma virada na chave, eu como professor, serei mediador eu não tenho a obrigação de saber tudo. É mediar mesmo e teve um aluno que fez uma pergunta de ligação química! Qual a chance de eu ter pensado em me preparar para responder este tipo de pergunta?”.

Ao discutir os desafios e possibilidades expressos por licenciandos em Ciências Biológicas sobre o ENCI, Campos e Scarpa (2018) alertam que, apesar da grande divulgação do ENCI, poucos documentos oferecem definições e formas de operacionalizar essa abordagem, o que pode ter gerado concepções equivocadas e incompreensões por parte dos docentes. Por outro lado, considerar essa abordagem como uma sequência protocolar de atividades não favorece sua aplicação de forma plena. Campos e Scarpa (2018) alertam que:

Os pressupostos socioconstrutivistas, que alicerçam o ENCI colocam-no em acordo com uma visão de ensino e aprendizagem centrada no estudante, que privilegia o desenvolvimento da autonomia e da autorregulação do aprendizado, que leva em consideração os conhecimentos prévios dos indivíduos, que favorece o desenvolvimento da linguagem do trabalho em grupo e da interação social como fonte de aprendizagem e de construção conjunta do conhecimento e que assume a perspectiva da avaliação formativa e a valorização do erro como parte do processo de aprender (Campos; Scarpa, 2018, p. 730).

Como se vê, os licenciandos de nosso estudo conseguem identificar o papel diferente do ensino tradicional que assumem o estudante e o professor durante o ENCI, apontando o desafio de se prepararem melhor para lidar com as dúvidas dos estudantes, que porventura surjam durante o processo.

C) Vantagens do ENCI

Para os licenciandos há diversas vantagens na adoção do ENCI em L11: “É levar o estudante a indagar, querer saber o porquê das coisas. Porque por onde e por aí vai”. E também em, por L13 “este ato de estimular o aluno a pensar, não chegar com as respostas formadas, com respostas já feitas, não ter um parâmetro de respostas certas.” Além das vantagens acima mencionadas, Kramer *et al.* (2015) *apud* Campos e Scarpa (2018), destacam que o ENCI é reconhecido na literatura por promover o entendimento conceitual, o pensamento crítico e uma atitude positiva em relação à ciência, assim como elevar a motivação e o interesse dos estudantes. Diante destas vantagens, percebemos que a abordagem pelo ENCI, valoriza o estudante, no resgate de seus saberes, ele se torna protagonista no processo de aprendizagem. Deixa de lado uma postura de “copiar e colar”, passando a desenvolver um pensamento crítico.

D) Desafios do ENCI

Para os licenciandos, o maior desafio foi tornar os alunos da educação básica mais participativos, já que “precisa que os meninos investiguem de fato, se eles não estão ligando para a atividade fica difícil de ser conduzida”. Os licenciandos assumem que nem sempre foram

bem sucedidos como abordado por L14: “Teve turma que não me ajudou em nada, tivemos que fazer perguntas mais elaboradas para poder arrancar alguma coisa deles”. Outro desafio apontado foi realizar o ENCI com turmas grandes destacado por L1: “controlar turmas com cerca de 40 alunos, demanda muito tempo e experiência”. Assim como foi desafiador o fato de não terem tido oportunidade de contato prévio com alunos e os professores da escola, complementa L6 “fiquei sem saber se os professores que nos acompanharam conseguiram pegar o gancho do que foi visto com a nossa visita”.

Assim como em nossa pesquisa, Campos e Scarpa (2018) evidenciaram que os licenciandos tiveram dificuldades em promover a motivação dos estudantes, especialmente ao realizar o levantamento dos conhecimentos prévios deles. No entanto, este dado aponta que os licenciandos reconhecem os princípios socioconstrutivistas que embasam o ENCI, ao se preocuparem em recolocar o estudante como centro do processo de ensino e aprendizagem.

E) Significado da vivência para os licenciandos

Para os licenciandos, a experiência de mediar o processo de ensino-aprendizagem não foi simples como abordam L12 e 15: “É que eu acho que ao mesmo tempo que a gente coloca o aluno como protagonista, incentiva ele, [...] me deixou em uma posição de ansiedade sabe, será que vou dar conta de fazer ‘ele’ chegar onde ‘ele’ deveria chegar?!”. Apontaram ainda que, no que tange a formação de professores, atividades assim são importantes por promoverem prática, confiança e autoestima do licenciando, conforme a fala de L16: “fico pensando que minha contribuição pode fazer a diferença”.

Assim, antes de ser professor o indivíduo constrói conhecimentos, competências, crenças e valores que são “reatualizados e reutilizados, de maneira não reflexiva, mas com grande convicção, na prática de seu ofício” (Tardif, 2012, p.72). Segundo esse autor, os professores têm concepções sobre sua prática, a respeito dos estudantes, da gestão e das formas de ensinar, mas essas concepções não são baseadas em um esforço de totalização e unificação com critérios de coerência. Então, o professor não possui uma única concepção, mas várias concepções que utiliza em sua prática em função das suas necessidades e limitações (Tardif, 2012). Essas concepções apresentam um impacto substancial nas escolhas docentes e na prática do ENCI (Lotter *et al.*, 2007; Roehrig; Luft, 2004).

F) Percepção dos licenciandos sobre o significado da vivência para os estudantes da educação básica.

Para os licenciandos, a participação dos estudantes nas atividades foi o maior desafio, uma vez que evidencia L6: “Os alunos que pegamos, já são alunos que estão dentro de um contexto de educação tradicional, então acho que seria diferente pegar um aluno que estivesse bem antes em contato com o ENCI no processo de educação”. Apesar dos desafios, os licenciandos veem muitas potencialidades em atividades como esta, pois mencionaram que os alunos da educação básica souberam explicar processos físicos e biológicos e que, sobretudo, de maneira geral, gostaram e participaram das atividades já que, ressalta L8,9 e 15 “estavam presos, estavam lá com os olhos ‘estatalados’ na gente.

4. Conclusão

Os licenciandos tomaram conhecimento do ENCI durante o curso de licenciatura e os reconhecem como uma metodologia ativa de ensino na qual o professor é o mediador do processo, o que o torna diferente do ensino tradicional. Para os licenciandos, o ENCI traz diversas vantagens mas também muitos desafios. A significância desta vivência foi evidente e demonstrou que o ENCI é, de fato, relevante no processo de ensino-aprendizagem e que é gratificante para os licenciandos a oportunidade de acompanhar o engajamento e a construção de conhecimento por parte dos alunos.

Referências Bibliográficas

- BRASIL, Ministério da Educação. A Base Nacional Comum Curricular – Educação é a base. Brasília: MEC. 2017. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>. Acesso em: 20 nov. 2022.
- BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências. Ministério da Educação e do Desporto: **Secretaria de Educação Fundamental**. Brasília, 1998.
- CALLISTO, M.; FERREIRA, W. R.; MORENO, P.; GOULART, M.; PETRUCCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). **Acta Limnologica Brasiliensia**, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.
- CAMPOS, N. F.; SCARPA, D. L. Que desafios e possibilidades expressam os Licenciandos que começam a aprender sobre Ensino de Ciências por Investigação? Tensões entre

visões de ensino centradas no professor e no estudante. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 18, no. 2, p. 727–759, 2018

CARVALHO, A. M. P. de (Org.). Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

FERNANDES, G. W.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. Metodologias e abordagens diferenciadas em Ensino de Ciências. 1o ed. São Paulo: **Editora Livraria da Física**. 290 p. 2022.

FERRAZ, A. T.; SASSERON, L. H. Propósitos epistêmicos para a promoção da argumentação em aulas investigativas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 1, p. 42-60, 2017.

FERREIRA, L. H.; HARTWING, D R.; OLIVEIRA, R. C. Ensino experimental de química: uma abordagem contextualizada. **Química Nova**, São paulo, v.32, n. 2, p. 101-106, 2010.

KRAMER, P.; NESSLER, S. H.; SCHLUTER, K. Teacher students dilemmas when teaching science through inquiry. **Research in Science & Tecnological Education**, v. 33, n. 3, p. 325-343, 2015.

LOTTER, C.; HARWOOD, W. S.; BONNER, J. J. The influence of core teaching conceptions on teachers' use of inquiry teaching practices. **Journal of Research in Science Teaching**, n. 44, p. 1318-1347, 2007.

MORAES, R.; GALLIAZI, M. C. Análise textual discursiva: processo reconstrutivo de múltiplas faces. **Ciência & Educação**, v. 12, n. 1, p. 117-128, 2006.

ROEHRIG, G. H.; LUFT, J. A. Constraints experienced by beginning secondary science teachers in implementing scientific inquiry lessons. **International Journal of Science Education**, v. 26, n. 1, p. 3-24. 2004.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 13. ed. Petrópolis: Vozes, 2012.

Capítulo VIII:

RELATÓRIO DO PRODUTO EDUCACIONAL

Feira de Ciências sobre as Tecnologias Sociais da Permacultura

1. Considerações iniciais

No curso de Pós-Graduação em Educação em Ciências, Matemática e Tecnologia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, desenvolvemos uma dissertação e também um Produto Educacional como pré-requisito para obtenção do título de Mestre. Os produtos Educacionais são um pré-requisito típico dos mestrados profissionais e, de acordo com Pasqualli, Vieira e Castaman (2018, p. 115):

[...] constituem-se em ferramentas didático-pedagógicas, elaborados preferencialmente em serviço para que possam estabelecer relações entre o ensino e pesquisa na formação docente. Estes possuem conhecimentos organizados de forma a viabilizar a melhoria dos processos de ensino-aprendizagem. (Pasqualli; Vieira; Castaman, 2018, p. 115).

O Produto Educacional pode ser um evento, como uma Feira de Ciências, uma possibilidade apresentada por Rizzatti *et al.* (2020) que trazem a tipologia: “Evento Organizados: ciclos de palestras, exposições científicas, olimpíadas, expedições, feiras e mostras científicas, atividades de divulgação científica, entre outros;” (Rizzatti *et al.*, 2020, p.5), e este Produto pode ser narrado em formato de relatório, trazendo os detalhes da experiência vivenciada que, na verdade, se caracteriza, para além de um Produto Educacional, também como um Processo Educacional. Conforme Rizatti *et al.* (2020):

Processo educacional – descrição das etapas empreendidas no processo de ensino e aprendizagem, com intencionalidade clara e com o objetivo de criar oportunidades sistematizadas e significativas entre o sujeito e um conhecimento específico. Oportuniza um mapeamento e uma superação do senso comum, levando o sujeito a compreender que o conhecimento é advindo da produção humana, sendo resultado de investigações que envolvem os domínios e aspectos científicos, tecnológicos, históricos e/ou sociais, não sendo, portanto, neutro. (Rizatti *et al.*, 2020, p. 5).

Conforme esses últimos autores, os Produtos Educacionais e/ou Processos Educacionais não são receitas prescritivas e nem são imutáveis, sua função é servir de produto interlocutivo à professores e professoras que se encontram nos mais diferentes contextos do nosso país. Não são, portanto, produtos prontos ou fechados, podendo ser reusados, revisados, remixados, redistribuídos de modo crítico, adaptando-os às necessidades de suas diferentes turmas (Rizatti *et al.*, 2020). Ou, nas palavras de Pasqualli, Vieira e Castaman (2019), os Produtos Educacionais

são materiais vivos que podem ser moldados, experimentados, complementados e transformados pelos professores de acordo realidade vivenciada e as suas necessidades.

No presente relatório descrevo o Produto e Processo Educacional oriundo da dissertação intitulada “Alfabetização Científica por meio do tema água no Ensino Médio: do Ensino de Ciências por Investigação às Tecnologias Sociais da Permacultura”. Diante das experiências vivenciadas, espero com ele contribuir para o desenvolvimento de ações educativas, inspirando professores nos mais diferentes contextos na elaboração de atividades educativas efetivas no alcance da Alfabetização Científica.

2. Introdução

Neste trabalho, apresento uma defesa da incorporação de Feiras de Ciências como uma estratégia de ensino capaz de promover a formação de cidadãos críticos, bem como possibilitar a construção de conhecimentos pelos alunos de forma a possibilitar a relação destes conhecimentos com suas aplicações no cotidiano (Adams *et al.*, 2020).

A realização de uma Feira de Ciências, proporciona ação docente, orientação e estímulo que podem ser explicitados por Trivelato e Tonidandel (2015) ao defenderem o papel do professor como:

(...) um orientador da investigação, incentiva a formulação de hipóteses, promove condições para a busca de dados, auxilia as discussões e orienta atividades nas quais os alunos reconhecem as razões de seus procedimentos. (...) O ideal é alcançar um balanço entre a liberdade dos estudantes para construírem suas próprias ideias e a orientação do professor necessária para que façam progressos no processo de construção de conhecimentos. (Trivelato; Tonidandel, 2015, p. 110 e 111).

Essas ações didáticas mediadas, planejadas e desempenhadas para a realização da Feira de Ciências costumam seguir uma intencionalidade didática, mostrando-se fundamentais para que ocorra a interlocução entre a cultura científica e a escolar (Silva; Sasseron, 2021). A aquisição de conceitos decorrente do desenvolvimento da Feira de Ciências é percebida a partir dos termos: estudo, leitura, pesquisa e conhecimento. Essa concepção está em consonância com a Alfabetização Científica proposta por Sasseron e Carvalho (2008).

Na perspectiva educacional, a vivência dos educandos é citada pelos docentes a partir dos termos: produção, construção, apresentação, integração, desenvolvimento, dedicação, colaboração e trabalho em equipe. Essas concepções mostram como o trabalho com projetos em Feira de Ciências pode ser uma profícua estratégia. Como defendem Adams, Alves e Nunes (2020), “as Feiras de Ciências também promovem o desenvolvimento de conhecimentos e

atitudes, como a capacidade de: buscar informações, analisá-las e selecioná-las; aprender, criar, formular; trabalhar em grupo; falar em público”. Isso se dá, em grande parte, por que as Feiras são trabalhos em equipe, o que favorece a formação de diversos valores bem como a aceitação de diferenças, dentre estas culturais, políticas, econômicas, sociais e religiosas, possibilitando tornar os estudantes sujeitos críticos, reflexivos e atuantes na comunidade (Mezzari; Frota; Martins, 2011). Nessa linha de pensamento, Santos (2012) afirma que a realização de projetos para apresentação em Feiras de Ciências é uma importante metodologia no desenvolvimento de novas competências nos estudantes, além de criar espaço de desenvolvimento da cultura científica. Isso faz com que as feiras representem "uma excelente oportunidade para os alunos deixarem de ocupar uma posição passiva no processo de aprendizagem e de serem estimulados a realizar pesquisas que fundamentem seus projetos” (Dornfeld; Maltoni, 2011, p.45).

Neste relatório, narro a experiência do desenvolvimento de Feira de Ciências. Primeiramente, apresento a temática escolhida para a Feira Ciências e a metodologia que foi adotada para o desenvolvimento da mesma. Posteriormente, trago reflexões sobre seu desenvolvimento de forma a compartilhar estratégias, desafios e aprendizados vivenciados.

3. Tecnologias Sociais

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) traz de forma incisiva a incorporação de tecnologias no processo de ensino-aprendizagem. No documento, tecnologias são postas como uma competência transversal que deve ser integrada em todas as áreas de conhecimento da educação básica. Embora a BNCC não traga de forma explícita o conceito de tecnologia, percebe-se que o principal significado do termo no documento está relacionado às tecnologias digitais, como por exemplo no trecho:

Há que se considerar, ainda, que a cultura digital tem promovido mudanças sociais significativas nas sociedades contemporâneas. Em decorrência do avanço e da multiplicação das tecnologias de informação e comunicação e do crescente acesso a elas pela maior disponibilidade de computadores, telefones celulares, tablets e afins, os estudantes estão dinamicamente inseridos nessa cultura, não somente como consumidores. (Brasil, 2018, p. 63).

Não há dúvida da importância da abordagem destas tecnologias - que aqui nomeio de Tecnologias Convencionais - no processo educacional pois, de fato, é preciso que os educandos sejam preparados para lidar criticamente com um mundo cada vez mais digital. Aqui, no entanto, apresento uma outra proposta de vertente tecnológica que também é relevante no processo formativo, as chamadas Tecnologias Sociais (TS).

As TS propõem o desenvolvimento tecnológico envolvendo a participação social no modo de produção e gestão tecnológica, neste processo não há competitividade, atendimento à lógica da oferta e demanda ou visão prioritária de lucro, se configurando, portanto, em vias alternativas e opostas às relações de produção e organização do trabalho capitalista, fortemente ligadas às Tecnologias Convencionais (Feenberg, 2009).

Allain e Fernandes (2022) trazem que as TS podem ser compreendidas como um conjunto de temas ou metodologias transformadoras, desenvolvidas em interação com a comunidade e apropriadas por elas, que representem possibilidade de multiplicação e desenvolvimento em escala voltado para a dissolução de problemas das populações mais carentes em aspectos fundamentais, como água, alimentos, educação, energia, habitação, renda, saúde, saneamento, entre outros e que promovam a inclusão social, a melhoria das condições de vida, bem como propiciam melhor qualidade ambiental. Para Duque e Valadão (2017), as TS podem promover transformações sociais não causando dependência tecnológica, mas promovendo reparos às mazelas sociais. Desta forma, quando abordadas de forma participativa, servem adequadamente para propiciar diálogo e interação entre os sujeitos e a ação. São eficientes para o planejamento de edificações autossustentáveis, com tecnologias onde os recursos são utilizados racionalmente e ainda ocorre a geração de mais recursos.

A Permacultura se mostra como uma das vias possíveis para o desenvolvimento tecnológico quando suas tecnologias sociais que hibridizam conhecimentos científicos e ancestrais são de fato apropriadas pela comunidade e aplicadas no seu contexto local (Gama *et al.*, 2022). A Permacultura consiste na elaboração, implantação e manutenção de ecossistemas produtivos que mantenham a diversidade, resgate de práticas ancestrais e tradicionais e a estabilidade dos ecossistemas naturais, fornecendo energia, moradia e alimentação humana (Molisson, 1988). A Permacultura reúne várias “ideias, habilidades e modos de vida que precisam ser redescobertos e desenvolvidos para nos dar o poder de passarmos de consumidores dependentes para cidadãos responsáveis e produtivos” (Corrêa; Silva, 2016, p. 93). Tais ideias e habilidades são as Tecnologias Sociais da Permacultura, apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1: Tecnologias Sociais da Permacultura, conforme Calvão e Gama (2022).

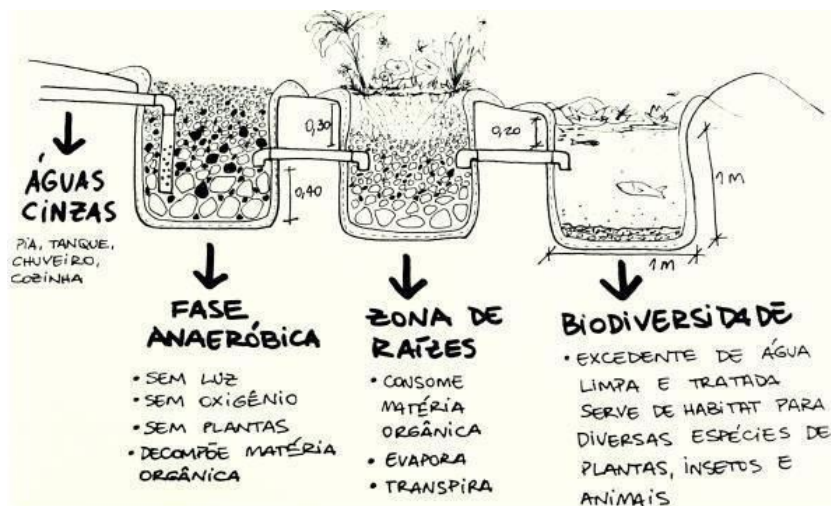
Bacia de Evapotranspiração (BET): este é um sistema que trata as águas negras - provenientes do vaso sanitário. Ele é fechado e impermeabilizado, o que evita que a água percole para o subsolo e contamine o lençol freático. Além disso, favorece a decomposição anaeróbica e fornece matéria orgânica para as plantas que crescem no solo disposto acima do sistema. Essas plantas, por meio da evapotranspiração, removem o excesso de água.

Figura 1. Esquema representativo da Bacia de Evapotranspiração (Fonte: Calvão e Allain, 2021).



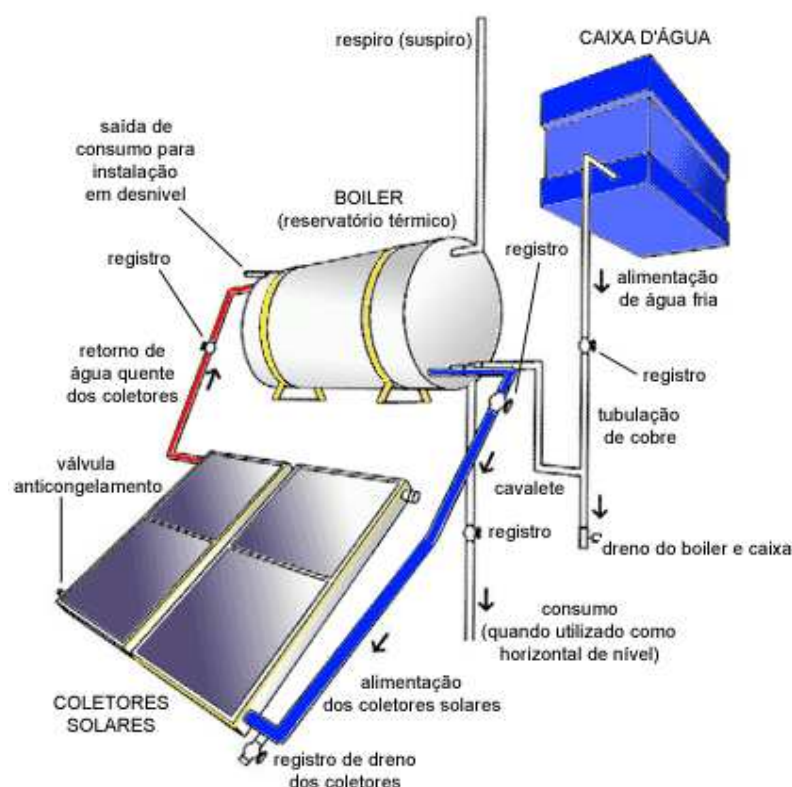
Filtro Biológico: este é um sistema de tratamento de águas cinzas, ou seja, oriundas de chuveiros, pias e tanques. Nele, as águas passam primeiramente por processo de retirada de sólidos, em seguida por filtragem ao longo das diversas camadas do sistema. A remoção de substâncias biodegradáveis se dá por intermédio do tratamento biológico, realizado pelos microrganismos, e de fitorremediação, proporcionado pelas plantas existentes no sistema. Ao final, a água é liberada no ambiente em forma de vapor ou é reutilizada, inclusive para a aquicultura e piscicultura.

Figura 2. Esquema representativo do Filtro Biológico (Fonte: Calvão e Allain, 2021).



Aquecedor Solar de Baixo Custo: esta é uma tecnologia social de fácil construção e instalação que reutiliza materiais de baixo custo para construir um aquecedor de água para os chuveiros, captando e transformando a luz do sol em energia térmica. Sendo o chuveiro responsável por cerca de 30% do gasto de energia elétrica de uma residência, tal tecnologia social promove uma economia significativa e tem potencial de promover mudança nos padrões de consumo energético da sociedade.

Figura 3. Esquema do Aquecedor Solar de Baixo Custo (Fonte: Calvão e Allain, 2021).



Captação de Água de Chuva: este é um sistema que reduz a demanda e dependência de água do sistema tradicional de abastecimento, além de diminuir os gastos e propiciar a utilização de água sem resíduos químicos. Os tanques de armazenamento podem ser fabricados com ferrocimento, uma tecnologia que reduz custos e possibilita a construção de reservatórios com tamanho adaptado à demanda local.

Figura 4. Esquema do Sistema de Captação de Água de Chuva (Fonte: Calvão e Allain, 2021).



4. Ações educativas

Ao longo do ano letivo de 2023, foram desenvolvidas ações educativas com turmas do Ensino Médio em Tempo Integral da Escola Estadual Capitão Miguel Jorge Safe, única escola estadual do município de Congonhas do Norte, Minas Gerais. Participaram desta atividade, um professor de ciências, um professor de geografia, um professor de história e uma educadora da ONG Contraponto. Foram realizados 14 encontros quinzenais compreendidos entre 01/03/2023 à 17/11/2023.

Ao final do ano letivo de 2023, foi proposto aos estudantes e professores das turmas envolvidas nas atividades educativas a realização de uma Feira de Ciências. No intuito de também oportunizar o compartilhamento com a comunidade externa das vivências e dos aprendizados a respeito das Tecnologias Sociais, foi decidido que a Feira de Ciências deveria ser integrada à programação ordinária da Feira dos Produtores Rurais do município, realizada em sua sede, aos sábados. Para tanto, foram desenvolvidas as seguintes etapas:

I. Escolha dos temas e divisão de grupos

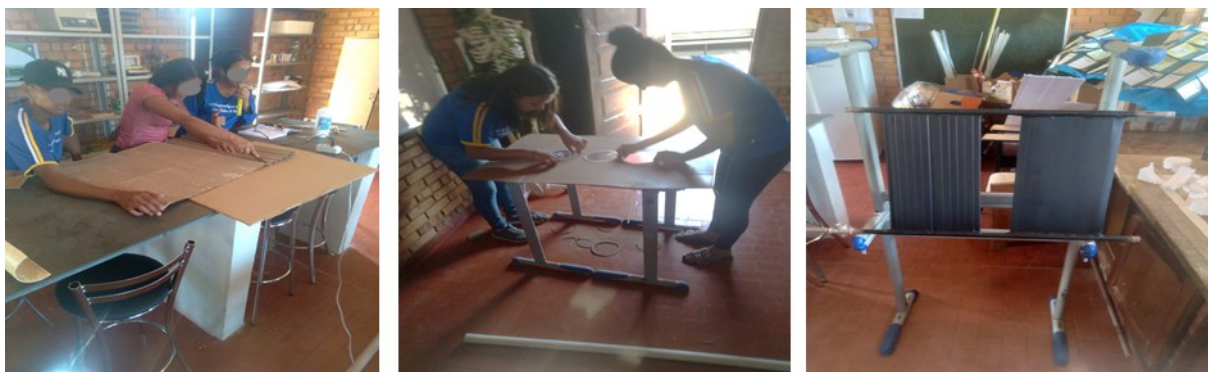
O Ensino Médio em Tempo Integral (EMTI) busca oportunizar o protagonismo do aluno no processo educativo e as ações foram desenvolvidas em esta ênfase. Os alunos foram separados em grupos e orientados por seus professores a buscarem apoio nos “clubes de protagonismo”, estes são agrupamentos de alunos previstos no EMTI que se reúnem para discutirem assuntos específicos, como grupo de estudos de matemática, linguagens entre outros. Cada grupo de alunos adotou uma Tecnologia Social como tema e buscou meios de compartilhar o aprendizado sobre a mesma

II. Elaboração das maquetes, modelos e protótipos

Por meio de oficinas participativas, alunos e professores preparam maquetes, modelos e protótipos das Tecnologias Sociais. As oficinas colaborativas primaram pelo reaproveitamento de materiais de papelaria que seriam destinados ao descarte, além de materiais recicláveis diversos (Figura 5) e adotaram como referência os materiais e os procedimentos descritos no Quadro 2.

Foram também elaborados panfletos que, em uma linguagem simples e objetiva, continham a descrição das tecnologias sociais e instruções para a construção de cada uma delas. Painéis contendo informações semelhantes também compuseram a exibição.

Figura 5. Confeção de modelo de um Aquecedor Solar de Baixo Custo.



Quadro 2. Materiais e procedimentos para a elaboração de maquetes, modelos e protótipos das Tecnologias Sociais da Permacultura.

Bacia de Evapotranspiração – BET		
Material necessário para construção do protótipo	<ul style="list-style-type: none"> • Placa de isopor • Caixa de sapato • EVA (Cinza e branco) • Rolo de papel higiênico • Papel crepom marrom • Bolinhas de isopor • Palitos de churrasco • Farinha de trigo 	<ul style="list-style-type: none"> • Glitter dourado • Canudo descartável • Folha chamex • Lápis de cor • Pincel • Tesoura • Cola quente • Cola Branca • Pote de plástico de 500 ml
Representações	<ul style="list-style-type: none"> • Caixa de sapato = vala da BET • EVA cinza = vedação • Rolo de papel higiênico = pneus • Algodão = Entulho • Bolinhas de isopor = britas 	<ul style="list-style-type: none"> • Farinha de trigo + glitter + cola branca = areia • Papel crepom marrom = terra • Canudos descartáveis = tubulação • Palitos de churrasco = caule das plantas
Passo a passo	Antes de montar o protótipo, é importante realizar as etapas a seguir:	



- Recorte uma das laterais maiores da tampa da caixa de sapato;
- Com o auxílio de um palito de churrasco, faça um buraco em cada lateral da caixa (o buraco é para encaixar o canudo descartável, então não faça um buraco muito grande);
- Pinte de marrom a parte externa da caixa de sapato com o auxílio de um pincel e deixe secar;
- Com cola quente, cole o EVA cinza na parte interna na caixa de sapato;
- Faça um buraco pequeno em uma das extremidades do rolo de papel higiênico com o auxílio do palito para churrasco (o buraco é para encaixar o canudo descartável, então não faça um buraco muito grande);
- Pinte de preto o rolo de papel higiênico, deixe secar. Posteriormente, faça algumas linhas com tinta branca, representando as divisórias de cada pneu, e deixe secar;
- Pinte de cinza as bolinhas de isopor e deixe secar;
- Coloque no pote descartável cola, farinha de trigo e glitter dourado e misture;

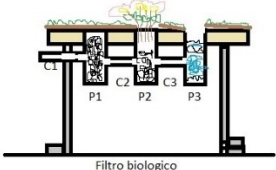
Agora é a etapa da montagem do protótipo, pegue como referência a imagem ao lado:

- Cole o rolo de papel higiênico de uma extremidade a outra da caixa;
- Recorte os canudos descartáveis (cerca de 5cm) e cole no buraco do papel higiênico e laterais da caixa;
- Cole uma camada de algodão por cima do papel higiênico;
- Em cima de cada camada de algodão, faça uma camada com a mistura de cola, farinha e glitter;
- Faça alguns desenhos de bananeiras e posteriormente recorte-as;
- Quebre alguns palitos para churrasco (cerca de 5cm), e cole no verso dos desenhos de bananeiras fixando-os no papel crepom marrom;
- Finalize a caixa colando-a na caixa de isopor.

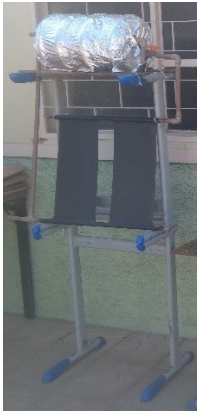
Grande Área de conhecimento envolvida	Ciências da natureza e suas tecnologias;
Habilidades BNCC	(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso

	<p>consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também</p> <p>o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p>
--	--

Filtro Biológico	
Material necessário para construção do protótipo	<ul style="list-style-type: none"> • Estrutura de duas mesas escolares em condição de sucata; • Placa de MDF cru 3 mm 100 x 80 cm; • Potes de plástico descartável 1 litro; • Abraçadeiras de plástico (enforca gato); • Ferramentas manuais ou elétricas para abertura de buracos para colocar os potes e abraçadeiras; • EVA (marrom e verde); • Canudos descartáveis; • Palitos de churrasco; • Bolinhas de isopor; • Cola quente.
Representações	<ul style="list-style-type: none"> • MDF cru = solo; • Potes plástico = Filtros biológico; • EVA (marrom e verde atalhado) = terra e gramíneas; • Canudos descartáveis = tubulação; • Palitos de churrasco = hastes para plantas maiores; • Bolinhas de isopor = detritos dentro dos filtros.
Passo a passo	<p>Antes de montar o protótipo, é importante realizar as etapas a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Sobre as estruturas das mesas escolares em condição de sucata, apoie a placa de mdf cru e faça furos pequenos para poder passar as abraçadeiras e fixe-a para não cair; • Ainda na placa de MDF cru, faça marcações com os potes descartáveis e realize os cortes com segurança, para que


 <p>Filtro biológico</p>	<p>sejam encaixados sem passar pelos recortes, fixando-os com abraçadeiras e cola quente;</p> <ul style="list-style-type: none"> • Faça furos nos potes com os palitos de churrasco de forma que possa conectar cada pote com os canudos (Cuidado para não realizar furos muito grandes); <p>Agora é a etapa da montagem do protótipo, pegue como referência a imagem ao lado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Encaixe os potes (P1, P2 e P3) nos buracos (serão 03 buracos); • Realiza as conexões entre os potes com os canudos (C1, C2 e C3) colando-os com cola quente; • E em seguida utilize o EVA marrom sobre a placa de MDF cru simulando a terra, use o EVA atalhado simulando graminhas; • Utilize os palitos de churrasco simulando plantas de maior porte e cole sobre eles desenhos destas plantas; • Pinte as bolinhas de isopor com cores variadas simulando detritos para serem colocadas dentro dos potes.
Grande Área de conhecimento envolvida	Ciências da natureza e suas tecnologias;
Habilidades BNCC	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas, relativas à dependência do mundo atual em relação</p>

	aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.
--	---

Aquecedor Solar de Baixo Custo – ASBC	
Material necessário para construção do protótipo	<ul style="list-style-type: none"> • Uma placa de forro de PVC 10 mm x 20 cm x 3 m; • Duas estruturas de mesas escolares na condição de sucata; • Parafusos de rosca com porcas de 15 cm; • Tubos e conexões (joelhos e flange) de PVC 20 mm; • Dois galão de água mineral usado de 20 litros; • Cola quente; • Papel alumínio; • Tinta preta fosca; • Ferramenta de corte e perfuração elétrica e manual.
Representação	<ul style="list-style-type: none"> • Forro de PVC = Placa solar coletora; • Estruturas de mesa = Suporte de fixação das placas e reservatório; • Galão de água: Reservatório de água quente.
Passo a passo  <p>Fonte: Elaborado pelo autor</p>	<p>Antes de montar o protótipo, é importante realizar as etapas a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fixe as mesas com os parafusos com porca após a retirada dos tampos; • Corte o forro de PVC em dois pedaços com cerca de 50cm cada; • Corte dois pedaços de tubo de PVC com cerca de 70 cm e realize com cuidado dois cortes longitudinais de 20 cm; • Corte com cuidado os dois galões de água retirando a parte dos bicos; <p>Agora é a etapa da montagem do protótipo, pegue como referência a imagem ao lado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pinte os forros de PVC com a tinta preta fosca; • Encaixe os forros de PVC nos cortes longitudinais e fixando-os com cola quente; • Após cortar os galões de água, junte as duas partes sem os bicos fixando-os com abraçadeiras e cola quente e realize furos em suas extremidades e coloque as conexões de pvc; • Após a ação acima descrita, envolva os galões com papel alumínio.

	<ul style="list-style-type: none"> • Realize as demais conexões e fixe as placas (forro de PVC pintado) e o coletar (galão de água) nas mesas já devidamente montadas.
Grande Área de conhecimento envolvida	Ciências da natureza e suas tecnologias;
Habilidades BNCC	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas, relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.</p> <p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p> <p>(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de</p>

	<p>recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas)</p> <p>e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis, considerando seu contexto local e cotidiano.</p>
--	---

Captação de água de chuva	
Material necessário para construção do protótipo	<ul style="list-style-type: none"> • Galão de água mineral de 20 litros usado; • Duas mesas escolares em condição de sucata; • Tubos e conexões de PVC esgoto 50 mm; • Papelão • Tubos e conexões de PVC esgoto 100 mm; • Alicates rebitor e arrebites; • Abraçadeiras de plástico; • Cola quente; • Um pedaço de tela mosquiteiro 10 x 10 cm; • Parafusos com porcas de 15 cm; • Tinta.
Representação	<ul style="list-style-type: none"> • Galão de água = Reservatório; • Papelão = Telhado; • Tubos e conexões de 100 mm = calha do telhado; • Tela mosquiteiro = Filtro de folhas e sujeiras maiores.
Passo a passo  <p>Fonte: Elaborado pelo autor</p>	<p>Antes de montar o protótipo, é importante realizar as etapas a seguir:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Retire os tampos das mesas e fixe-as com os parafusos; • Cole a tela de mosquiteiro na conexão de 50 mm (junção) para funcionar como filtro de folhas; • Frise o papelão para simular um telhado. <p>Agora é a etapa da montagem do protótipo, pegue como referência a imagem ao lado:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monte as duas mesas uma sobre a outra fixando-as com os parafusos; • Monte o tubo de 100 mm (cerca de 60 cm) e corte-o no meio simulando uma calha, fechando suas laterais com dois caps de 100 mm;

	<ul style="list-style-type: none"> • Faça um furo de 50 mm para adaptar os tubos que levarão a água da calha para o reservatório; • Monte os tubos e as conexões de 50 mm conforme demonstrado na figura ao lado.
Grande Área de conhecimento envolvida	Ciências da natureza e suas tecnologias;
Habilidades BNCC	<p>(EM13CNT101) Analisar e representar, com ou sem o uso de dispositivos e de aplicativos digitais específicos, as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões sobre seus comportamentos em situações cotidianas e em processos produtivos que priorizem o desenvolvimento sustentável, o uso consciente dos recursos naturais e a preservação da vida em todas as suas formas.</p> <p>(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, considerando sua composição e os efeitos das variáveis termodinâmicas sobre seu funcionamento, considerando também o uso de tecnologias digitais que auxiliem no cálculo de estimativas e no apoio à construção dos protótipos.</p> <p>(EM13CNT104) Avaliar os benefícios e os riscos à saúde e ao ambiente, considerando a composição, a toxicidade e a reatividade de diferentes materiais e produtos, como também o nível de exposição a eles, posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para seus usos e descartes responsáveis.</p> <p>(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas, relativas à dependência do mundo atual em relação aos recursos não renováveis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.</p> <p>(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, e seus impactos nos seres vivos e no corpo humano, com base nos mecanismos de manutenção da vida, nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia, utilizando representações e simulações sobre tais fatores, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais (como softwares de simulação e de realidade virtual, entre outros).</p>

	<p>(EM13CNT106) Avaliar, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais, tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais e culturais.</p> <p>(EM13CNT307) Analisar as propriedades dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas ou tecnológicas)</p> <p>e/ ou propor soluções seguras e sustentáveis, considerando seu contexto local e cotidiano.</p> <p>(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e recursos, bem como comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental, podendo fazer uso de dispositivos e aplicativos digitais que viabilizem a estruturação de simulações de tais riscos.</p>
--	---

Fonte: Allain e Fernandes (2022), com adaptações.

III. Apresentação das Tecnologias Sociais na Feira de Ciências

Com dito, a Feira de Ciências ocorreu juntamente com a Feira dos Produtores Rurais do município, de forma a proporcionar interação com a comunidade externa à escola (Figuras 7 e 8). Os visitantes da Feira de Ciências valorizaram e elogiaram a exposição, o que proporcionou um grande entusiasmo nos estudantes. Os alunos envolvidos descreveram a sensação de serem reconhecidos pelo trabalho, como na fala de E8 aluno este, do Ensino Médio em Tempo Integral turma 2º ano da EE Capitão Miguel Jorge safe: “É bom a gente ter o esforço reconhecido e é importante poder mostrar para as pessoas que podemos fazer alguma coisa boa para melhorar nossa qualidade de vida”. Outro aluno diz o seguinte: “o saneamento em nosso município é muito precário e as tecnologias sociais nos ajudam a resolver impactos ambientais locais” e “as tecnologias sociais solucionam problemas gastando pouco e reutilizando materiais inutilizados em casa”.

Figura 6. Feira de Ciências com a exposição de maquetes e modelos das tecnológicas sociais da Permacultura: A) Filtro Biológico, B) Bacia de Evapotranspiração, C) Captação de Água de Chuva e D) Aquecedor Solar de Baixo Custo.



Figura 7. Visitação na Feira de Ciências.



5. Discussão

O processo de preparação para a Feira de Ciências foi desafiador pois, naturalmente, nem todos os alunos se envolveram. No entanto, foi também muito produtivo pois promoveu entre os que participaram a oportunidade do desenvolvimento de habilidades como a criatividade, o trabalho em grupo e fala em público. Estas são habilidades necessárias para uma formação cidadã, o que envolve também um processo de exercitar a curiosidade intelectual, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica e a resolução de problemas (Adams *et al.*, 2020). Conforme Lorenzetti e Delizoicov (2001), o ensino não deve se restringir a apenas

aprendizagem de vocabulário, é necessário trabalhar as habilidades dos alunos no processo de construção do conhecimento científico.

Os alunos participantes deram um retorno positivo pois se sentiram entusiasmados por terem tido a oportunidade de divulgar as Tecnologias Sociais. Na perspectiva emocional, vale destacar os termos que remetem a aspectos positivos, tais como: memórias, significado, curiosidade, divertido e liberdade. Essa concepção vai ao encontro do que defendem Nunes *et al.* (2016) ao discutirem que a construção dos conhecimentos a partir das Feiras de Ciências é uma ação prazerosa:

(...) tais ações possibilitam aos alunos construir conhecimento de forma efetiva e ativa, (...) E isso tudo, de forma lúdica e prazerosa, pois se acredita que se possa classificar as Feiras de Ciências como uma atividade lúdica, desde que ela esteja relacionada com a diversão e a liberdade de aprender por prazer. (Nunes *et al.*, 2016, p. 76).

Para Vítor (2016), pode-se considerar as Feiras de Ciências um ambiente de pesquisa e não apenas um momento de exposição de trabalhos. Sendo assim, possibilitam contemplar várias estratégias de ensino estimulando as competências associadas ao desenvolvimento de estudantes cientificamente alfabetizados. Nesse sentido, pode-se dizer que:

[...] as feiras funcionam com um elo que relaciona os conhecimentos cotidianos aos científicos, situando ambos de tal forma que o aluno busque outros níveis de consciência e outras formas significativas de aprendizado. Incentivados pelos professores e vistos como resultado do esforço coletivo, os conhecimentos construídos por meio das feiras não ficam restritos às salas de aula, fazendo que sejam valorizados por socializar seus experimentos, simples ou complexos, a outras pessoas. (Mezzari; Frota; Martins, 2011, p.115).

Aqui também verificamos que a Feira de Ciências promoveu um intercâmbio de experiências e intercâmbio do conhecimento científico com o conhecimento popular, isso possibilitou a ruptura com o ensino tradicional, proporcionando um ambiente de apropriação ativa do aprendizado baseado na troca e no diálogo.

Diante de tudo isso, conclui-se que vivenciamos uma experiência exitosa de ações educativas que permitiram contornar, pelo menos em parte, os desafios convencionalmente encontrados pelas escolas. Os alunos de fato se mostraram protagonistas pois se apropriaram do conhecimento e conseguiram transmiti-lo com segurança, compartilhando com a comunidade o aprendizado e buscando inspirá-la para práticas mais sustentáveis com o uso das Tecnologias Sociais.

Referências Bibliográficas

- ADAMS, F. W.; ALVES, S. D. B.; NUNES, S. M. T. A construção de conhecimentos científicos e críticos a partir de Feiras de Ciências. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.13, n. 1, p. 144-160, 2020.
- ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. (Org.) Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar. São Paulo: **Livraria da Física**, 2022.
- BRASIL, Ministério da Educação. A Base Nacional Comum Curricular – Educação é a base. Brasília: **MEC**. 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 20 fev. 2022.
- CALVÃO, A. L.; GAMA, B. S. Conhecendo algumas tecnologias sociais da Permacultura. In: ALLAIN, L. R; FERNANDES, G. W. R. (org.). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- CORRÊA, L. B.; SILVA, M.D.S. Educação ambiental e a Permacultura na escola. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**. v. 33, n. 2, p. 90-105, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/remea.v33i2.5399>. Acesso em: 26 fev. 2022
- DORNFELD, C. B.; MALTONI, K. L. A Feira de Ciências como auxílio para a formação inicial de professores de ciências e biologia. **Revista Eletrônica de Educação**. São Carlos, SP: UFSCar, v. 5, n. 2, p.42-58, nov. 2011.
- DUQUE, T.O.; VALADÃO, J.A.D. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**, v.11, n.5, 2017.
- FEENBERG, A. Cinco paradoxos da tecnologia e da política de desenvolvimento. In: OTERLOO, A. *et al.* **Tecnologias Sociais: caminhos para a sustentabilidade**. Brasília, 2009. p.99-116.
- GAMA, B. S.; GUEDES, B. G. de A.; ALLAIN, L. R.; GOULART, M. F.; CALVÃO, A. L. Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais. In: ALLAIN, L. R; FERNANDES, G. W. R. (org.). **Tecnologias Sociais da Permacultura e Educação Científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.

LORENZETTI, L.; DELIZOICOV, D. Alfabetização científica no contexto das séries iniciais. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.3, n.1, p. 45-61, 2001. Disponível em: <https://bit.ly/3FM4jZt>. Acesso em: 1 mar. 2022.

MEZZARI, S.; FROTA, P. R. O.; MARTINS, M. C. Feiras multidisciplinares e o Ensino de ciências. **Revista Electrónica de Investigación y Docencia (REID)**, 2011.

MOLISSON, B. **Permaculture: a desingner's manual**. Ed. Tagari. 1988.

NUNES, S. M. T., LOBATO, D. F., ADAMS, F. W. As Feiras de Ciências da UFG/RC: Construindo Conhecimentos Interdisciplinares de Forma Prazerosa. **REDEQUIM**, v.2, n.2 (ESP), Set, 2016.

PASQUALLI, R.; VIEIRA, J. A.; CASTAMAN, A. S. Produtos educacionais na formação do mestre em educação profissional e tecnológica. **Educitec**, Manaus, v. 04, n. 07, p. 92-106, jun. 2018.

RIZZATTI, I. M.; MENDONÇA, A. P.; MATTOS, F.; RÔÇAS, G. SILVA, M. A. B.

SANTOS, A. B. Feiras de Ciência: Um incentivo para desenvolvimento da cultura científica. **Rev. Ciênc. Ext.** v.8, n.2, p.155-166, 2012.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.13, n. 3, pp.333-352, 2008

TRIVELATO, S. L. F.; TONIDANDEL, S. M. R. Ensino por investigação: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 17, p. 97-114, 2015.

VITOR, F. C. **As feiras de ciências como ambiente para a alfabetização científica**. 2016. Dissertação (Mestrado Profissional em Formação de Professores) - Centro de Educação, Universidade Estadual da Paraíba, 2016.

Capítulo IX:

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com esta dissertação tive o objetivo geral de *Desenvolver e analisar atividades educativas investigativas sobre o tema água em diálogo com as Tecnologias Sociais, buscando reconhecer a contribuição das mesmas na Alfabetização Científica e para a formação de professores*. O primeiro passo foi o desenvolvimento das atividades educativas propriamente, descritas nos capítulos 4 e 5, bem como no capítulo 8 - que traz a narrativa do Produto Educacional oriundo desta dissertação. Em seguida, investiguei as repercussões de tais atividades para os estudantes da educação básica e para licenciandos proponentes das mesmas.

Nesse sentido, o meu primeiro objetivo de pesquisa foi: *Analisar os desafios e oportunidades do Ensino por Investigação identificando o processo de Alfabetização Científica entre estudantes da educação básica*. Com esta investigação (narrada no capítulo 6) percebi dificuldade nos estudantes em transpor o método tradicional de ensino e efetivamente participar das investigações, estabelecendo hipóteses, por exemplo. Por outro lado, no curso das atividades educativas, ainda no capítulo 6, os estudantes foram se motivando e percebendo a possibilidade da aplicação do método científico em questões de seu cotidiano e, tiveram muita dificuldade em descrever alguns processos e ao final, espontaneamente propuseram uma investigação da “regra dos cinco segundos” – tal popular “regra” propõe que um alimento que cai no chão e é recuperado em menos de cinco segundos não se contamina. Este foi o ponto culminante das atividades e que sequer estava previsto no planejamento original das mesmas. Este fato que aponta para o alcance do nível mais complexo da Alfabetização Científica, no qual constatamos que os alunos adquiriram, explicaram e aplicaram os conhecimentos científicos na solução dos seus problemas diários.

O segundo objetivo de pesquisa foi: *Analisar a percepção dos licenciandos sobre o processo de planejamento, desenvolvimento dessas mesmas atividades de Ensino de Ciências por Investigação*. Este objetivo pode ser alcançado pois as atividades educativas foram desenvolvidas em parceria com o curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da UFVJM e foram os próprios licenciandos que planejaram e desenvolveram as atividades junto à escola. Conforme narrado no capítulo 7, para os licenciandos processo foi desafiador pois, embora o Ensino de Ciências por Investigação seja conhecido por dar protagonismo ao aluno, ficou

evidente que o professor (no caso, os licenciandos - professores em formação) tem um papel central como mediador do processo de ensino-aprendizagem. Antes de ser professor o indivíduo constrói conhecimentos, competências, crenças e valores que são “reatualizados e reutilizados, de maneira não reflexiva, mas com grande convicção, na prática de seu ofício” (Tardif, 2012, p.72). Os licenciandos percebem que a sua prática junto do seu jeito de conduzir um determinado conteúdo, pode fazer a diferença, conduzindo o aluno onde se deseja chegar.

Aqui cabe a reflexão de que todo o processo de desenvolvimento das atividades educativas e das pesquisas a elas relacionadas, foi possibilitado pela existência de uma parceria concreta entre a escola, sociedade civil organizada (ONG) e universidade. Um cenário de parceria precioso, complexo e difícil de ser alcançado, mas promissor na promoção da indissociabilidade entre o ensino-pesquisa-extensão. Embora não seja isento de desafios, a concretude dessa parceria possibilita uma relação transformadora entre universidade e sociedade, ao reconhecer a complexidade da realidade social e a necessidade da superação de um discurso de hegemonia acadêmica, substituindo-o pela ideia de uma aliança que contribua para a construção de uma sociedade mais justa, ética e democrática.

Finalizando esta dissertação, como professor da educação básica, gestor escolar e pesquisador, deixo aqui como reflexão a complexa relação na busca pela efetiva aprendizagem de jovens estudantes que estão na escola em tempo integral juntamente com professores que na maioria das vezes atuam exaustivamente e jornadas duplas e são pouco valorizados. Soma-se ainda os desafios relacionados à vulnerabilidade social e econômica, com destaque para a comunidade de Congonhas do Norte que sequer é provida com saneamento básico. Apesar de tudo, foi possível oportunizar reflexões críticas, compartilhar aprendizagem e levar esperança. Diante desta análise, podemos afirmar que a dedicação dos professores no que se refere ao incentivo e valorização dos seus estudantes deve ser encorajada. A arte de ser professor demanda muita dedicação e, mesmo diante das dificuldades encontradas no caminho da prática docente, devemos nos fazer presente na vida de nossos educandos para que, no futuro, possamos olhar para traz e dizer “minha contribuição fez diferença”.