APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS DA COMUNIDADE: O PROTAGONISMO INFANTIL MOBILIZANDO SABERES E COMPETÊNCIAS NA TRANSFORMAÇÃO DE UMA COMUNIDADE RURAL NO RIO DE JANEIRO

Luciana Faltz dos Santos

Dissertação apresentada Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Orientador(a): Dr. Marco Antonio Barbosa Braga
Coorientador(a): Dr. Gustavo Antonio Montenegro Guttmann

Rio de Janeiro
Junho de 2025

APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS DA COMUNIDADE: O PROTAGONISMO INFANTIL MOBILIZANDO SABERES E COMPETÊNCIAS NA TRANSFORMAÇÃO DE UMA COMUNIDADE RURAL NO RIO DE JANEIRO

Dissertação apresentada Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título em Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

Luciana Faltz dos Santos

Banca Examinadora:

_____

Dr. Marco Antonio Barbosa Braga (CEFET/RJ)

_____

Dr. Gustavo Antonio Montenegro Guttmann (CEFET/NF)

_____

Dra. Manuella Villar Amado (IFES)

_____

Dr. Tarliz Liao (CEFET/RJ)

Rio de Janeiro
Junho de 2025

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

S237 Santos, Luciana Faltz dos
Aprendizagem baseada em problemas da comunidade: o protagonismo infantil mobilizando saberes e competências na transformação de uma comunidade rural no Rio de Janeiro / Luciana Faltz dos Santos – 2025.
139f. : il. (algumas color.) + apêndice , enc.

Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2025.
Bibliografia : f. 135-139.
Orientador: Marco Antonio Barbosa Braga.
Coorientador Gustavo Antonio Montenegro Guttmann

1. Método de projeto no ensino. 2. Aprendizagem. 3. Estratégias de aprendizagem. I. Braga, Marco Antonio Barbosa. (Orient.). II. Guttmann, Gustavo Antonio Montenegro. (Coorient.). III. Título.

CDD 370.1523

Elaborada pelo bibliotecário Leandro Mota de Menezes – CRB/7 nº 5281

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me iluminar de forma tão grandiosa, concedendo-me sabedoria ao longo deste processo de aprendizagem e desenvolvimento acadêmico e pessoal. Nas inúmeras vezes em que esse processo se mostrava difícil, foi a fé nos planos divinos que me sustentou.

Aos meus pais, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo o suporte, físico e emocional, necessários para que eu pudesse trilhar minha jornada acadêmica. Seu amor e incentivo incondicionais foram e sempre serão minha base. Também ao meu tio, Walison Boy, pelo apoio constante e incentivo ao longo da minha trajetória acadêmica.

Aos meus orientadores, cuja dedicação foi essencial para que este trabalho se concretizasse. Agradeço por mergulharem integralmente nesta investigação, acompanhando cada etapa, inclusive as empíricas, e por me guiarem com paciência e sabedoria. Sem esse suporte, nada teria sido possível.

Às ricas trocas com os colegas que tive a oportunidade de consolidar amizades e com quem aprendi tanto, em especial, Maria Neves e Guilherme Polillo, com os quais compartilhei, desde o início desta trajetória, não apenas dificuldades, mas também descobertas. Nosso suporte mútuo foi fundamental para tornar essa caminhada mais leve e enriquecedora.

Sou imensamente grata à Escola Municipal Galdinópolis e toda sua equipe, em especial à diretora Dilamar, que confiou em mim e me concedeu total liberdade para a aplicação e condução do projeto. Esse espaço de acolhimento e abertura foi essencial para que a pesquisa se desenvolvesse de forma significativa. Aos meus alunos, que participaram das atividades do projeto com afinco e dedicação. Eles são a verdadeira razão pela qual todo este trabalho se valida e ganha significado. O entusiasmo e a curiosidade demonstrados ao longo do processo reforçam a importância da pesquisa e renovam a esperança na transformação da educação.

À Denise, moradora da comunidade, que aceitou embarcar neste processo com generosidade e comprometimento. Sua participação foi fundamental para novas descobertas e para a ampliação dos conhecimentos sobre o transbordamento social, enriquecendo ainda mais esta investigação.

Aos professores da banca examinadora, pela disponibilidade, pelas leituras atentas e pelas ricas contribuições que agregaram profundidade e novos olhares ao trabalho.

“A educação é um processo social, é desenvolvimento. Não é a preparação para a vida, é a própria vida.” - John Dewey.

RESUMO

Diante de um cenário global marcado por desafios socioambientais crescentes, como mudanças climáticas, desigualdades e degradação ambiental, a educação científica assume um papel central na formação de cidadãos críticos e atuantes. Nesse sentido, práticas educacionais que integram Ciência, Tecnologia, Sociedade (CTS) e Ambiente (CTSA) emergem como estratégias para articular saberes escolares a contextos reais, potencializando a formação cidadã e o desenvolvimento comunitário. Esta pesquisa de mestrado empírica é fundamentada na perspectiva do *Community-Project Based Learning* (*CPbL*) com alunos dos anos iniciais do Ensino Fundamental de uma escola rural. O projeto foi desenvolvido em uma turma multisseriada cuja pesquisadora atuava como docente. Ancorada nos princípios essenciais do *PBL* e nas visões de John Dewey e Paulo Freire, defensores da aprendizagem por meio da experiência e através do engajamento social, a proposta deste trabalho direciona-se a entender como a experiência educativa *CPbL* capacita esses estudantes a analisar problemas comunitários e criar soluções que transcendam o espaço escolar e originem transformação social. Para tal investigação, o projeto foi estruturado em cinco etapas delineadas em um *continuum* de experiências, visando o desenvolvimento da autonomia progressiva dos alunos, sendo elas: etapa 1: construção de habilidades *maker* e pensamento projetista; etapa 2: "Garimpo" do problema – leitura da realidade; etapa 3: pensando no problema e desenvolvendo soluções; etapa 4: prototipagem; e etapa 5: transbordamento social. Ao contextualizar o Ensino de Ciências com a realidade dos estudantes, o projeto promoveu a identificação e análise de problemas socioambientais locais, rompendo com a naturalização de condições adversas e estimulando o protagonismo infantil. O processo evidenciou a apropriação do projeto pelos estudantes, superando uma execução de etapas instrucionais e construindo conexões autônomas entre o projeto escolar e situações reais da comunidade. Esse percurso canalizou a geração de um produto que ultrapassou o conhecimento escolar aplicável e foi efetivamente implantado na comunidade, apostando nos alunos para ampliação da rede de participação da comunidade na ação de coleta seletiva. A pesquisa comprova que crianças são capazes de discutir temáticas CTSA e participar de soluções para problemas reais, vivenciando a cidadania ativa desde cedo com responsabilidade pelo bem-estar social e ambiental. A manifestação do transbordamento social como consequência do *CPbL* comprova que a escola, ao atuar de forma dialógica e conectada com a comunidade, não só enriquece a formação crítico-cidadã dos estudantes, mas também pode impulsionar soluções de impacto social real, consolidando-se como espaço de inovação social e transformação local gerando tecnologias sociais a partir de projetos escolares.

Palavras-chave: *CPbL*; Anos iniciais; Freire; CTS; tecnologia social.

ABSTRACT

In a global scenario marked by growing socio-environmental challenges, such as climate change, inequality, and environmental degradation, science education plays a central role in developing critical and active citizens. In this sense, educational practices that integrate Science, Technology, Society (STS), and Environment (STSE) emerge as strategies for connecting school knowledge to real-world contexts, enhancing citizenship development and community development. This empirical master's research is grounded in the Community-Project-Based Learning (CPbL) perspective with elementary school students from a rural school. The project was developed in a multi-grade class whose researcher served as a teacher. Anchored in the essential principles of PBL and the views of John Dewey and Paulo Freire, advocates of learning through experience and social engagement, this work aims to understand how the CPbL educational experience empowers these students to analyze community problems and create solutions that transcend the school environment and lead to social transformation. For this investigation, the project was structured into five stages outlined in a continuum of experiences, aiming to develop students' progressive autonomy: stage 1: building maker skills and design thinking; stage 2: "Mining" the problem – reading the reality; stage 3: thinking about the problem and developing solutions; stage 4: prototyping; and stage 5: social spillover. By contextualizing science teaching within the students' realities, the project promoted the identification and analysis of local socio-environmental problems, breaking with the naturalization of adverse conditions and encouraging children's protagonism. The process demonstrated students' ownership of the project, overcoming the execution of instructional stages and building autonomous connections between the school project and real-life community situations. This journey channeled the generation of a product that went beyond applicable school knowledge and was effectively implemented in the community, relying on students to expand the community's network of participation in the selective waste collection initiative. The research proves that children are capable of discussing CTSA topics and participating in solutions to real problems, experiencing active citizenship from an early age, with responsibility for social and environmental well-being. The manifestation of social spillover as a result of CPbL demonstrates that schools, by acting in a dialogic and connected manner with the community, not only enrich students' critical civic development but can also drive solutions with real social impact, consolidating itself as a space for social innovation and local transformation, generating social technologies from school projects.

Keywords: CPbL; Early Years; Freire; CTS; social technology.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Estrutura PBL. 29
Figura 2 - Idealização *CPbL*. 42
Figura 3 - Abordagem progressiva de autonomia. 51
Figura 4 - À esquerda a imagem exibida nos slides e à direita, os registros do projeto desenvolvido em 2021. 87
Figura 5 - Soluções projetadas nas narrativas. 95
Figura 6 - Projeto de lixeira da equipe 1. 102
Figura 7 – a - Projeto de solução da equipe 3. b - Solução desenhada na etapa de produção das narrativas. 104
Figura 8 - Planejamento dos protótipos de coletores. 120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Diagrama conceitual de fusão entre *CBL* e *PBL* para estruturação do *CPbL* 43
Quadro 2 - Etapa 1: Construção de habilidades *maker* e pensamento projetista..... 51
Quadro 3 - Resumo das etapas processuais do *CPbl*..... 52
Quadro 4 - Instrumento dialético-axiológico..... 56
Quadro 5 - Síntese das narrativas produzidas..... 93
Quadro 6 - Respostas da ficha de planejamento da solução..... 101
Quadro 7 - Características definidas para o projeto final. 125

LISTA DE FOTOS

Foto 1 - Imagem da E. M. Galdinópolis. 47
Foto 2 - Ambiente multisseriado. 48
Foto 3 - Processo de prototipagem do brinquedo a partir do planejamento e assistência docente. 63
Foto 4 - Análise das prototipagens. 64
Foto 5 - Espaço visitado na caminhada. 65
Foto 6 - Alunos assistindo ao episódio do desenho “Coiote e Papa-léguas" 70
Foto 7 - Brinquedos prototipados. 74
Foto 8 - Brinquedos com montagem do circuito elétrico. 76
Foto 9 - Caminhada pelo espaço comunitário. 77
Foto 10 - Aluno consumindo água da nascente durante caminhada. 78
Foto 11 - Aluno explicando seus registros fotográficos. 88
Foto 12 - Registros fotográficos dos alunos retratando a problemático “lixo”. 90
Foto 13 - Registros abordando problemas em torno do tema "eletricidade" 91
Foto 14 - Observação de partículas de sujeira na água da garrafinha. 92
Foto 15 - Pesquisa de soluções. 98
Foto 16 - Processo de prototipagem das soluções. 107
Foto 17 - Exposição do protótipo à moradora. 113
Foto 18 - Jogo da memória sobre as propriedades dos materiais. 117
Foto 19 - Planejamento do protótipo do coletor de pilhas. 118
Foto 20 - Prototipagem do coletor. 121
Foto 21 - Visita de campo ao local de instalação do coletor. 122
Foto 22 - Testagem e análise dos protótipos. 124
Foto 23 - Construção do coletor de pilhas. 126
Foto 24 - Coletor instalado na comunidade. 128

Sumário

Introdução 13

Contextualização e trajetórias inerentes à pesquisa: breve memorial 19

1. Ressignificando o processo ensino-aprendizagem: metodologias ativas e o aprender a aprender 22

1.1 - Metodologias ativas e a formação de autonomia 23

1.2 - O *PBL* – uma estratégia de ensino pautada na experiência 24

1.2.1 - História e conceituação do PBL 25

1.2.2 - *PBL* por múltiplas perspectivas 26

2. O Ensino de Ciências e a perspectiva sociocientífica no estímulo ao protagonismo infantil 30

2.1 - A Ciência e a Tecnologia na sociedade contemporânea 30

2.2 - A perspectiva de Paulo Freire e o papel do Ensino de Ciências na formação crítica 31

2.3 - A alfabetização científica e o desenvolvimento do protagonismo infantil 32

3. Aprendizagem Baseada em Problemas da Comunidade (*CPbL*) 36

3.1 - A Necessidade de uma Nova Abordagem Educacional 36

3.2 - Fundamentos do *CBL* 37

3.3 - *CPbL*: Transformando a Escola em um Polo Comunitário 38

3.4 - Influência de Paulo Freire e da abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) 40

3.5 - *CPbL*: Mobilizando Inovação Social através da escola 42

4. Metodologia 44

4.1 - Contexto/Participantes 47

4.2 - Como os alunos são reunidos em turmas multisseriada 48

4.3 - Contexto da comunidade 49

4.4 - Percurso metodológico empírico 50

4.5 - Coleta e análise de dados 54

4.6 – Questões éticas 58

4.7 – Sistema de identificação analítica impessoal 58

5. Etapas de projeto – Experiência prática CPbL 59

5.1 - 1ª etapa – Consolidando habilidades *maker* 59

5.2 - 2ª etapa – "Garimpo" do problema – leitura da realidade (Freire) 64

5.3 - 3ª etapa - pensando no problema e desenvolvendo soluções 67

5.4 - 4ª etapa – prototipagem 71

6. Resultados e discussões 73
6.1 - Análises – etapa 1 73
6.2 - Análises - etapa 2 76
6.2.1 - Caminhada local 76
6.2.2 - Produção das HQ's 79
6.2.3 - Conhecendo problemas reais 85
6.2.4 - Registros fotográficos dos problemas comunitários 88
6.3 - Análises – etapa 3 93
6.3.1 - Narrativas – alunos como "super-heróis" 93
6.3.2 - Pesquisa de soluções 98
6.3.3 - Prototipagem 104
7. Da escola à comunidade: o transbordamento social da aprendizagem 109
7.1 - O Conceito de Transbordamento Social: da escola para a sociedade 109
7.2 - A Conexão com a Comunidade: estabelecendo parcerias na construção de soluções coletivas 110
7.3 - O Processo de transmutação: replanejamento e expansão do projeto 114
7.4 - Do protótipo à realidade: a aplicação social do projeto 120
8. Conclusão 130
9. Referências 135
APÊNDICE I 140
APÊNDICE II 141

Introdução

Estamos em um mundo cada vez mais complexo e globalizado, em que tendências e mudanças estão moldando o ambiente em que vivemos, refletindo significativamente na educação e na sociedade em geral. Um forte exemplo é a complexidade dos problemas sociais globais**,** como mudanças climáticas, pobreza, desigualdade e conflitos políticos-administrativos. Tais problemas revelam-se em grande escala, alarmando a necessidade de ação coletiva e exigindo soluções colaborativas e multilaterais.

Com base nesse princípio, a Agenda 2030 desenvolvida pela Organização da Nações Unidas (ONU), estabeleceu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)[1] a serem cumpridos a nível mundial, os quais se resumem na defesa do desenvolvimento humano de forma digna e na proteção do meio ambiente. Cabral e Galvão (2024) sinalizam, porém, que a Agenda 2030 não deve ser implementada como reprodução acrítica de suas metas globais, mas precisa ser traduzida para as realidades locais, considerando as demandas de cada contexto nas dimensões social, econômica e ambiental a partir de ações construídas com e para a comunidade. Gadotti (2008, pág. 77), ao abordar sobre a educação para sustentabilidade, afirma que "Os riscos, a vulnerabilidade, são globais, mas as soluções são locais e regionais", não sendo a sustentabilidade um processo universal.

Assim, da mesma forma que é preciso reconhecer a complexidade e interconexão dos problemas sociais, considerar os níveis locais, observando contextualmente a natureza dos desafios enfrentados por diferentes grupos e as percepções destes, pode direcionar a soluções mais efetivas a esses conjuntos sociais, alcançando, em cadeia, um progresso mais amplo e sustentável.

O Brasil traz uma abordagem pioneira e inovadora aos ODS's através do "Guia Agenda 2030" (Cabral e Galvão, 2024). Primeiro por fundamentar-se na integração entre os ODS's, a educação e a sociedade, apostando na ideia de que a universidade pode ser propulsora da implementação dos objetivos atuando como uma ponte entre o conhecimento científico e as necessidades específicas de cada localidade, consolidando redes de cooperação mutualísticas. A inovação mais expressiva é a inclusão de três novos ODS que visibilizam grupos sociais pelo princípio da justiça social: ODS 18 - "Igualdade

[1] Disponível em: https://www.gov.br/mma/pt-br/acesso-a-informacao/informacoes-ambientais/historico-ods). Acessado em: 14/04/2024.

Racial"; ODS 19 - "Arte, Cultura e Comunicação"; ODS 20 - "Direitos dos Povos Originários e Comunidades Tradicionais". Esse movimento reflete o propósito de desconstrução das desigualdades sociais enraizadas na sociedade brasileira.

Os autores do documento defendem que, "as maiores transformações sociais, políticas, tecnológicas ou culturais se dão a partir do momento em que a educação passa a ser uma diretriz fundamental para o desenvolvimento das sociedades" (Cabral e Galvão, 2024, pág. 7). De forma convergente, Gadotti (2008, pág. 76) acredita que

> o conceito de desenvolvimento sustentável, visto de forma crítica, tem um componente educativo formidável: a preservação do meio ambiente depende de uma consciência ecológica e a formação da consciência depende da educação.

Nesse sentido, ensino de ciências pode desempenhar o papel de suscitar nos indivíduos o comprometimento com o desenvolvimento social sustentável, pautado em uma relação harmônica entre o ser que domina e interfere no meio à sua volta, provedor de todos os recursos necessários para as suas ações de sobrevivência.

Essa consciência de atuação local pode ser melhor desenvolvida em uma perspectiva educacional capaz de ampliar os horizontes do aprendizado de ciências para além de conteúdos conceituais, capacitando cidadãos para o uso circunspecto dos produtos científicos e tecnológicos em prol de melhorias sociais. Tal abordagem integradora entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), situa uma convergência entre a formação científica, técnica e cidadã, voltada ao ativismo social (Maestrelli e Lorenzetti, 2017). Dessa forma,

> a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo. (Brasil, 2017, pág. 547)

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), o ensino de ciências no Ensino Fundamental deve "possibilitar que esses alunos tenham um novo olhar sobre o mundo que os cerca, como também façam escolhas e intervenções conscientes e pautadas nos princípios da sustentabilidade e do bem comum." (Brasil, 2017, pág. 321). O currículo norteador da educação básica brasileira sugere uma perspectiva de ensino direcionada à atuação social, aplicando a ciência como ferramenta transformadora visando ações sustentáveis e suprindo as necessidades reais que contribuam com o bem-estar social.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) e Freire (2021) nos levam a refletir sobre o verdadeiro significado dos conhecimentos escolares em termos do reflexo na vida e da formação cidadã dos alunos bem como o autorreconhecimento como agentes de impacto no mundo. Os primeiros autores ainda ponderam a relevância do ensino da Ciência e Tecnologia mediante a imersão dessas áreas na sociedade contemporânea, atrelando o aprendizado em ciências ao que denominam "cultura primeira", compreendida como o conjunto de saberes que regem as ações de um indivíduo.

Nesta perspectiva, as experiências oferecidas pela escola deveriam possuir uma íntima relação com as experiências reais dos estudantes, as quais lhes asseguram uma bagagem de saberes prévios ao conhecimento formal (Dewey, 2023, Freire, 2021). A realidade do ensino deveria refletir uma sala de aula que dê voz a esses saberes por experiência, contextualizados à realidade concreta. Para tal, teria de estimular o questionamento, colaboração, exposição e troca de ideias, análise, reflexão e investigação, incluindo em tais ações a cooperação e protagonismo dos discentes. Dewey (1979, pág. 60) ainda afirma que "Se educação é desenvolvimento, ela deve progressivamente realizar as possibilidades presentes, tornando assim os indivíduos mais aptos a lidar mais tarde com as exigências do futuro."

Porém, apesar de um currículo que prevê o desenvolvimento de habilidades e competências socioemocionais, prioriza-se, na prática, a absorção de conteúdos conceituais e, mais agravante ainda, de forma fragmentada e desconectada do mundo real, como teorias hipotéticas e aplicáveis a problemas figurados, sem significado algum ao aluno senão para efetivação de suas tarefas escolares. A realidade da escola atual não se mostra tão diferente da educação de décadas atrás: tradicional, receptiva, mecanizada, conteudista e direcionada ao mercado de trabalho e/ou ao ensino superior, isto é, para um futuro remoto, como afirma Dewey (1979). É o ensino voltado aos conceitos, às notas, à reprovação ou aprovação, tendo o conteúdo e o professor como foco e não o estudante e sua formação crítico-cidadã. É importante refletir sobre as estratégias educacionais que visam romper com um sistema estruturado nos padrões tradicionais.

Em termos de políticas educacionais e práticas inovadoras de ensino e aprendizagem, muito se fala sobre a aquisição de habilidades para o mercado de trabalho, visando formar profissionais competentes diante das emergentes e contínuas mudanças de um mundo cada vez mais complexo e globalizado. Mas se faz necessário entender o

quanto os processos nos quais os estudantes são envolvidos na escola atual, são capazes de incitar uma postura crítico cidadã, de mobilização e ação social futuras. Essa capacidade atinge a perspectiva de educação transformadora de Freire (1987), a qual a partir da problematização das situações concretas, e, portanto, atuais, aos educandos, promove compreensão e permite que eles se tornem agentes ativos na transformação de sua realidade.

Para Freire (2021), a capacidade de leitura de um texto precede a construção de uma compreensão, de modo essa advém de um processo ativo do sujeito. O mesmo vale em termos da leitura da realidade. Quando se estimula essa visão, os sujeitos inseridos consolidam uma compreensão mais profunda do contexto que os cercam, e, pensando sobre ele, podem constituir conhecimentos significativos e de potencial impacto transformador.

Esse reconhecimento da realidade, implica pensar na educação para além de uma ótica preparatória projetada ao futuro. Dewey (1979) critica essa tendência educacional que deixa de dar atenção às necessidades e capacidades presentes dos educandos em prol de um processo de aquisição de conhecimentos para uma formação um tanto genérica, moldada e definida. Segundo o autor, essa ênfase no tempo futuro origina um paradoxo quanto ao papel da educação, levando ao fracasso “no que procura, intencionalmente, conseguir: — a preparação de alguém para o futuro.” (Dewey, pág. 59). Por isso, Dewey (1979, 2023) afirma a necessidade de consolidar experiências educacionais significativas no tempo presente de modo a gerar, progressivamente, um efeito positivo na aptidão das ações futuras.

Convergindo as ideias de Freire e Dewey, Archanjo e Tormohlen (2022) afirmam que o trabalho com questões socioambientais na escola, quando realizado de forma holística, crítica e problematizadora, tem o potencial de contribuir para a formação de indivíduos críticos e conscientes sobre as interações entre sociedade, cultura e natureza concebendo o que denominaram “Concepção Socioambiental Emancipadora”.

A junção do viés transformador da educação e o desenvolvimento social-comunitário, recai no conceito de inovação social (IS). É possível inferir, com base nos estudos de Agostini *et al.* (2017), que mesmo diante da multiplicidade de interpretações em torno da IS, existe uma centralidade quanto à motivação de sua ocorrência: a

existência de um ou mais problemas, ou necessidades, que desfavorecem certo grupo social.

Mas para Agostini *et al.* (2017, pág. 389), é preciso conceber a IS como "uma alternativa para o desenvolvimento das comunidades, nas quais as mudanças devem acontecer pela comunidade e não apenas por ações externas." Ou seja, a forma como as comunidades atuam diante de suas demandas reais, buscando dirimir problemas e prosperar de forma sustentável como grupo em termos de qualidade de vida local, definiria a IS.

Se, na perspectiva do "Guia Agenda 2030" (Cabral e Galvão, 2024), a universidade é vetor propulsor para atingir as metas de Desenvolvimento Sustentável, então a escola básica pode ocupar essa mesma função no território local, funcionando como um núcleo de inovação social que mobiliza os estudantes para se tornarem agentes de transformação, capazes de participar ativamente dos processos todos que os cercam, exercendo sua cidadania plenamente "no sentido de conquistar, de preservar ou proteger seus direitos." (Bonfim e Guimarães, 2015, pág. 3729) e de reimaginar suas próprias comunidades.

Nesse sentido, este trabalho é fundamentado na perspectiva de que a aprendizagem escolar deve ser enraizada na realidade da comunidade local, transformando a escola em um espaço que incentiva a análise e reflexão críticas da realidade, vislumbrando produtos que possam ser reintegrados à comunidade como IS. Para efetivação desse compromisso da escola para com a sociedade, repensou-se uma concepção educacional que integra o conteúdo acadêmico de forma mais significativa e engajada na realidade comunitária: a Aprendizagem Baseada na Comunidade (*CbL*). Nesta abordagem, o "chão comunitário" é utilizado como uma espécie de laboratório de aplicação de conhecimentos acadêmicos, buscando promover o desenvolvimento cívico, ao mesmo tempo em que aborda problemas reais, necessidades e interesses da comunidade (Chepkuto, Magak e Shadrack, 2021).

Para efetivação desse compromisso da escola para com a sociedade, o *Project/Problem Based Learning* (*PBL*) é promovido como uma abordagem eficaz para estruturar esse ciclo de aprendizado experiencial pautado na realidade comunitária. As propostas *CbL* e *PbL* combinadas e reconceituadas concebem uma nova visão educacional de projetos a partir da idealização da "Aprendizagem Baseada em Problemas

da Comunidade" (*CPbL*), objeto de pesquisa deste trabalho. Essa proposta é compreendida pela geração de projetos escolares, produzindo conhecimentos e estratégias de solução com base em problemas extraídos das comunidades de vivência dos educandos que possam ter implementação real nos contextos envolvidos, propiciando o desenvolvimento sustentável das comunidades.

Adquirir tais competências não é algo subitâneo, demandando exercício contínuo e em longo intervalo de tempo para ser um aprendizado consistente. Valer-se de uma concepção educacional *PBL* desde o início da jornada escolar pode permitir que o estudante tenha tempo de introjetar habilidades integrais que lhe permitam atuar satisfatoriamente em quaisquer âmbitos da vida. Dewey (2023) nos leva a refletir em torno da qualidade com que se desenvolve questões intelectuais, sociais e morais em termos dos direcionamentos inerentes no processo, afirmando que a verdadeira experiência educativa é progressiva de modo que cada etapa constrói base para próxima, promovendo uma espécie de *continuum* experiencial. Assim, o autor revela a importância de avaliar se as experiências educativas estão sendo capazes de promover o crescimento dos alunos de forma evolutiva, enriquecendo as vivências e capacidades para práticas futuras, critério fundamental para distinguir práticas educativas das deseducativas.

Ancorado nos princípios essenciais do *PBL* nas visões de John Dewey e Paulo Freire, abrangendo a aprendizagem por meio da experiência e pela atividade social, a proposta deste trabalho direciona-se a entender como a experiência educativa proporcionada pela abordagem *CPbL* fomentou a reconexão entre conhecimento escolar e conhecimento/experiência real. Desta forma, almeja-se responder à seguinte questão: Como o *CPbL* capacita estudantes do Ensino Fundamental 1 de uma escola rural a analisar problemas comunitários e criar soluções que transcendam o espaço escolar e geram inovação social?

Com tal motivação de pesquisa, tem-se como objetivo geral investigar de que maneira o *CPbL* posiciona a escola como mobilizadora de projetos comunitários inovadores (transbordamento social) a partir da consolidação de competências e habilidades nos estudantes desde a infância. Diante dessa meta geral, objetivos específicos foram definidos para atingir a proposta investigativa, sendo eles:

- Propor uma integração entre as concepções educativas *PBL* e *CBL*, articulando as dimensões investigativa e sócio-comunitária com enfoque nas habilidades e competências vinculadas à tecnologia e à inovação social no ensino de ciências.
- Analisar como *CPbL* direciona uma formação crítico-cidadã, identificando as aprendizagens emergentes da experiência educativa em termos do protagonismo infantil, engajamento em propostas de inovação social e ações de ativismo comunitário.
- Avaliar o potencial de transbordamento das soluções desenvolvidas pelo projeto para a comunidade, caracterizando sua contribuição para processos de inovação social.

A hipótese de pesquisa é fundamentada no potencial que a estratégia *CPbL*, frente a suas características e fundamentos, apresenta como fomentadora de uma formação crítico-reflexiva e ativa norteadora à transformação social. Dentre a amplitude de competências desenvolvidas pela concepção educativa, refletindo as ideias de Dewey e Freire na visão de uma aprendizagem pautada na experiência contínua e na ação social, acredita-se que a proposta impacta diretamente a postura dos educandos mediante problemas contextuais. Assim, pode reverberar no envolvimento de experiências futuras de ativismo comunitário e de engajamento em propostas de inovação social.

Contextualização e trajetórias inerentes à pesquisa: breve memorial

Esta pesquisa permeia inúmeros traços de minha trajetória de vida e de formação. Em primeiro lugar, porque minha base escolar foi construída em um contexto equivalente ao da aplicação empírica aqui abordada. Fui aluna da Escola Municipal Galdinópolis, situada na zona rural de Nova Friburgo (RJ), no distrito de Lumiar, onde cursei do primeiro ao quinto ano do Ensino Fundamental.

A configuração do espaço escolar era multisseriada, reunindo cinco diferentes níveis de escolaridade em uma só sala de aula, sob orientação de uma professora polivalente. Apesar dos desafios inerentes a esse modelo, estigmatizado muitas vezes como problemático, minha progressão escolar não foi prejudicada. Sempre fui boa aluna e conseguia acompanhar bem os conteúdos.

Isso não mudou depois que precisei ir para uma escola urbana, considerando que a área rural não oferecia o segundo segmento do Ensino Fundamental. Fui para uma escola seriada da rede estadual, na qual segui avançando normalmente, mantendo meu empenho e alcançando bons resultados.

Ao chegar o momento de ir para o Ensino Médio, em 2014, optei pelo Curso Normal, seguindo raízes familiares da área docente. Nesse período, consolidei referenciais teóricos e práticos sobre educação, refletindo continuamente sobre minha futura atuação como professora. Em 2017, iniciei minha carreira docente por meio de um concurso municipal, atuando com turmas multisseriadas de 4º e 5º anos do Ensino Fundamental na mesma escola onde estudei na infância. Ao longo de sete anos, permaneci nesse contexto, lecionando ainda, em determinados períodos, na Educação Infantil e no 3º ano do Ensino Fundamental, igualmente em classes multisseriadas.

Na mesma época em que comecei a lecionar, ingressei no curso de Licenciatura em Física no CEFET/RJ - *campus* Nova Friburgo. Além das bases conceituais científicas da área, o curso proporcionou diversas reflexões em torno de abordagens pedagógicas, mais especificamente direcionadas à Física. Mas esse olhar se ampliou significativamente, quando iniciei meu projeto de pesquisa para o Trabalho de Conclusão de Curso (TCC). Diante do interesse em investigar temáticas educacionais e com o apoio de meu orientador, professor doutor Gustavo Guttmann, optei por um estudo empírico que dialogasse com minha prática docente.

Surgiu, então, a ideia de estudar os desdobramentos de uma inovadora concepção educacional, a Aprendizagem baseada em Projetos (*PBL),* com estudantes do primeiro segmento do Ensino Fundamental. O TCC foi intitulado "A APRENDIZAGEM BASEADA EM PROJETOS APLICADA À CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL 1". A partir desse estudo da concepção educativa do *PBL* aplicada ao contexto de minha ação docente, diversos questionamentos foram levantados em torno dos desafios e potencialidades da abordagem no contexto de implementação: uma escola situada em uma comunidade rural, com uma turma multisseriada de 4º e 5º anos do EF.

O trabalho revelou caminhos educacionais diferenciados que ultrapassavam questões da sala de aula e da aprendizagem. A partir dessas novas perspectivas e do contato com o professor doutor Marco Braga, membro da banca do TCC, iniciei o

mestrado no Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), sob sua orientação e coorientação do professor Gustavo Guttmann.

Inspirada pelas inquietações mobilizadas pela primeira pesquisa e pelas experiências do orientador em educação e inovação social, surge uma discussão em torno do *Community Based Learning (CBL)*. Esse modelo de aprendizagem se fundamenta na integração do aprendizado acadêmico com atividades práticas em comunidades locais.

Identificando a afinidade dessa abordagem com o pensamento de Paulo Freire, traçamos discussões sobre a conexão entre o processo educacional *PBL* e o *CBL*, sob a ótica da formação cidadã e da transformação social. Nasce uma nova visão sobre ambas as concepções educativas, agregando ao processo de ensino um caráter concreto na direção da inovação social e da sustentabilidade. Os alunos passaram a enxergar a escola não apenas como um espaço de aprendizagem, mas como um agente de transformação social, reconhecendo-se como protagonistas na melhoria de sua própria comunidade.

Além da minha trajetória escolar e profissional, outro aspecto que fortalece a conexão entre esta pesquisa e minha vivência é o fato de eu residir na própria comunidade onde atuava como docente. Morar ao lado da escola me permitiu uma imersão ainda maior na realidade dos alunos e de suas famílias, possibilitando uma compreensão mais profunda das dinâmicas locais, desafios e potencialidades desse contexto educacional. Esse vínculo cotidiano influenciou diretamente a pesquisa, pois a metodologia adotada reflete não apenas as necessidades pedagógicas da turma, mas também características socioculturais da comunidade. Dessa forma, amplia-se o diálogo da abordagem educacional aqui definida Aprendizagem Baseada em Problemas da Comunidade com a realidade local, tornando-se ferramenta para fortalecer a relação entre escola, comunidade e inovação social. Esses tensionamentos são mobilizados nesta dissertação.

1. Ressignificando o processo ensino-aprendizagem: metodologias ativas e o aprender a aprender

Os movimentos visando uma transformação no processo educacional não são fatos recentes. Dos grandes defensores por uma "Escola Nova", que buscava renovar a educação tradicional, destaca-se John Dewey, cuja filosofia enfatizava a aprendizagem através da experiência e a importância da educação democrática e libertária. Porém, Bevilaqua (2021) aponta uma distorção interpretativa das ideias pedagógicas de Dewey no contexto brasileiro, onde o foco não estava apenas nas práticas educacionais, mas em como reformar a educação para facilitar as mudanças social e política borbulhantes na época.

Acontece que, segundo Bevilaqua (2021), ao invés de desafiar as estruturas sociais e educacionais profundamente enraizadas, o movimento escolanovista reverberou no Brasil sem levar em conta as complexidades das relações de poder e a necessidade de um debate crítico sobre a educação como agente de transformação social. E, até mesmo, perpetuou as desigualdades existentes, favorecendo aqueles que já ocupavam posições privilegiadas dentro da estrutura social. Desse modo, o autor levanta uma crítica, também apontada por Silva (2010), diante da absorção irreflexiva de ideais externos sem a contemplação de uma identidade nacional e suas particularidades históricas e culturais.

Em contraste com as limitações apontadas por Bevilaqua (2021) em termos da falta de uma abordagem crítica no movimento da Escola Nova, Paulo Freire projeta uma pedagogia que supera essa classificação de uma educação adaptada ao sistema. Freire (1967, 1987, 2021) propõe uma abordagem educacional que, ao contrário, busca provocar uma ruptura com as estruturas de opressão e dominação presentes na sociedade.

Uma das convergências entre Dewey e Freire é a crença de que o aprendizado parte das vivências concretas pelas quais se estabelecem vínculos significativos ao indivíduo. Muraro (2022, pág. 154) afirma que "a experiência é um conceito basilar para compreender o ser humano na perspectiva histórica e social nas filosofias de Dewey e Freire" de modo que, em suas ações sobre o mundo como sujeito histórico, constitui-se a dimensão experiencial do ser de forma contínua. Entende-se uma relação mútua que converge para outro ponto comum: a importância da reflexão crítica e do diálogo como instrumentos fundamentais para a educação.

Freire (2021, 1987) defende a autonomia do ser como aprendiz, justificando uma educação que amplie visões de mundo e forme sujeitos críticos, conscientes e que tensionem transformações sociais. Dewey (2023) consolida uma teoria da experiência, defendendo que existe um *continuum* experiencial que consiste na influência progressiva das vivências ao longo da vida, sendo papel da educação resgatar as experiências de vida e consolidar processos que ampliem as potencialidades do aluno no direcionamento de experiências habilitantes de um aprendizado contínuo e significativo.

Entende-se, então, que o aluno e seu processo de construção do conhecimento são centrais no aprendizado. O ato de aprender é assumido inerentemente como ação. Ação desempenhada pelo aprendiz em suas singularidades internas e a partir de estímulos externos, sejam eles favoráveis ou não. Existem, segundo Dewey, experiências deseducativas, que afetam negativamente a aquisição de certos saberes. Dado que o direcionamento das experiências educativas na escola é desempenhado pelo professor, é papel deste colocar-se, de acordo com Freire (2021), como "dodiscente", situando sua prática em um processo autêntico e dialógico com seu alunado.

1.1 - Metodologias ativas e a formação de autonomia

Quando se trata de práticas pedagógicas que visam responder aos ideais apresentados e consolidar um novo perfil educacional, remete-se ao âmbito das metodologias ativas de ensino. Metodologias ativas, de cordo com Valente, Almeida e Geraldini (2017) e Bacich e Moran (2018), podem ser entendidas como estratégias pedagógicas focadas em colocar os estudantes como protagonistas do seu processo de aprendizagem, diferentemente das metodologias tradicionais nas quais o ensino é centrado na figura do professor.

Nessas metodologias, os alunos são incentivados a construir conhecimento de forma ativa, participativa e colaborativa, direcionando ao famoso "aprender a aprender", ideal pedagógico defendido por Dewey. Berbel (2011), seguindo os ideais de Paulo Freire, relaciona o papel das metodologias ativas à constituição da autonomia e motivação do aprender por possibilitarem uma representatividade autêntica do discente em suas atividades escolares.

Para Dewey (1979), a inserção em um meio social dispõe gatilhos que mobilizam naturalmente determinadas tendências ativas nos indivíduos. Cada conjunto social

influencia na postura atitudinal de seus participantes. Na visão do autor, pode-se entender a escola como hub atitudinal dos diversos ambientes de aprendizagem, sendo por isso, um "meio especial", no qual deve-se refletir sobre as influências dos diferentes vínculos sociais na conduta humana.

Em um mundo caracterizado por mudanças constantes nas esferas científica, tecnológica, social, ambiental e cultural (Souza e Dourado, 2015), onde os alunos estão inseridos e atuam, a educação desempenha um papel crucial ao dar significado a essa interação social. Gwen Solomon (2003, pág. 1, tradução livre) expressa em uma de suas pesquisas que "quando os alunos são desafiados a resolver problemas da vida real, o mundo inteiro se torna uma sala de aula". Nesse contexto, é imperativo que a escola se transforme em um ambiente que fomente questionamentos e estimule o interesse em aprender, compreender e melhorar a realidade, especialmente considerando que "muitos dos desafios enfrentados no século XXI não são triviais e não podem ser solucionados apenas por meio da aplicação isolada de conhecimentos científicos, capazes de melhorar a qualidade de vida." (Bacich e Holanda, 2020, pág. 7).

Uma estratégia de ensino ativo que vislumbra a formação da autonomia do cidadão para intervir sobre a realidade a partir de experiências positivas é o *Project Based Learning (PBL)*. Esta metodologia direciona um processo de ensino-aprendizagem constante por ensinar os alunos a aprenderem e exercitarem seus conhecimentos em favor de suas necessidades, tornando-os "equipados para serem adaptáveis às mudanças nas demandas do mundo e ter vontade de se adaptar e adotar novos valores"[2] (Guerra, 2017, pág. 446, tradução livre).

1.2 O *PBL* – uma estratégia de ensino pautada na experiência

Fundamentada na perspectiva da aprendizagem experiencial, essa abordagem emergiu como uma alternativa ao ensino tradicional, desafiando modelos educacionais baseados na transmissão passiva de conteúdos. O desenvolvimento do *PBL* remonta a experiências educacionais inovadoras iniciadas na segunda metade do século XX, especialmente em cursos de Medicina da McMaster University (Canadá) e da Maastricht University (Países Baixos) (Kolmos & de Graaff, 2015; Savin-Baden e Major, 2004).

[2] Texto original: "students become equipped to be adaptable to the changing demands of the world and to have a willingness to adapt to, and adopt, new values"

Desde então, expandiu-se para diversas áreas do conhecimento. No entanto, sua aplicação tem gerado múltiplas interpretações, resultando em variações metodológicas que se adaptam a diferentes contextos educacionais.

1.2.1 História e conceituação do PBL

Segundo De Graaff e Kolmos (2007), o termo *Project/Problem-Based Learning* (*PBL*) nasceu no contexto da educação médica. Os autores destacam que a sigla *PBL* engloba tanto a Aprendizagem Baseada em Problemas quanto a Aprendizagem Baseada em Projetos, visto que ambas compartilham os mesmos princípios pedagógicos. No entanto, ressaltam que há uma distinção sutil entre essas abordagens, que será discutida posteriormente neste trabalho. A origem da abordagem está na reformulação do currículo de medicina da Universidade McMaster, que visava preparar profissionais para atenderem seus pacientes de forma mais humana e efetiva, centrando-se no doente e suas manifestações para resolver seu caso específico'.

Essa proposta alterou o foco da aprendizagem puramente especializada e técnica, para o envolvimento dos estudantes na análise de casos clínicos simulando situações reais encontradas na prática clínica. Tais problemas, em suas complexidades, demandavam a integração de diferentes áreas para solução. Essa abordagem de ensino foi classificada como *PBL* e difundiu-se na área da saúde e crescentemente para outras áreas (De Graaff e Kolmos, 2007).

Para os mesmos autores precitados, o surgimento do *PBL* ocorreu em um contexto histórico e social específico que corroborou ainda mais para sua caracterização. A forte movimentação estudantil dos anos 60 e 70, bem como uma necessidade percebida pela indústria por novos perfis de competência para engenheiros, teceram princípios como "aprender fazendo" e "aprendizagem experiencial" que passaram a tensionar a criação de uma abordagem educacional centrada na prática e na experiência.

Um filósofo influente na educação que advogava esses princípios no ensino foi John Dewey, que defendia uma educação relevante e contextualizada, refletindo a vida real e agregando as experiências concretas dos estudantes. Esses fundamentos estão alinhados com a filosofia subjacente ao *PBL* e, embora o termo não tenha sido diretamente aplicado por Dewey, suas ideias educacionais influenciaram concepções de abordagens

ativas de ensino na escola básica, valorizando o aprender pela experiência, pela investigação e pela resolução de problemas reais, como o *PBL*.

A educação inovadora, de acordo com Dewey (2023), deve pautar-se na filosofia da relação íntima entre experiências reais e educacionais, incorporando significado ao aprendizado. Para ele, é fundamental compreender o caráter das experiências proporcionadas nas escolas, uma vez que elas impactam no processo contínuo de aprendizagem. Em termos do ensino de ciências, a experiência educativa, na perspectiva de Dewey (2023) e Freire (1987; 2021), demanda abranger as vivências do aluno e sua relação com o mundo ao seu redor. Ou seja, é ampla e inclui a interação social, cultural e pessoal, refletindo uma aprendizagem mais integrada e contextualizada, promovendo uma formação que não apenas informa, mas transforma. Difere-se, assim, de uma experiência científica ou atividade experimental, mais voltadas a técnicas e métodos que verificam ou validam conceitos teóricos aprendidos, seguindo métodos científicos e procedimentos controlados.

Dewey (2023, pág. 28) ainda reforça que "o problema central de uma educação baseada na experiência é selecionar o tipo de experiências presentes que continuem a viver frutífera e criativamente nas experiências subsequentes." Para tal, defende a reformulação da organização estrutural da escola tradicional, sendo necessária uma nova base metodológica na direção dos novos objetivos educacionais empiristas.

1.2.2 *PBL* por múltiplas perspectivas

Segundo Markham, Larmer e Ravitz (2008), o *PBL* não apresenta única acepção, mas compreende estratégias nas quais os alunos adquirem conhecimentos e habilidades trabalhando ativamente em projetos complexos e desafiadores, centrados em perguntas ou problemas do mundo real. Para eles, o *PBL* promove a investigação, a colaboração, a comunicação e a resolução de problemas autênticos de forma sistematizada, sendo uma referência na consolidação do novo perfil de educando que deve existir. Por isso, afirmam que

> "as escolas agora precisam se adaptar a um novo século. Não há dúvida de que as crianças precisam tanto de conhecimento quanto de habilidades para ter êxito. Essa necessidade é determinada não apenas pelas demandas da força de trabalho por empregados com alto desempenho que possam planejar, trabalhar em equipe e se comunicar, mas também pela necessidade de ajudar todos os

> jovens a adquirir responsabilidade cívica e a dominar suas novas funções como cidadãos do mundo" (Markham, Larmer e Ravitz, 2008, pág. 17).

Os autores se aproximam da concepção de Dewey, entendendo a aprendizagem como experiência social, em que o indivíduo possui uma bagagem de conhecimentos que se ampliam de forma interacional e ativa diante de conexões culturais e experenciais.

John Thomas (2000), educador que se debruçou em pesquisas sobre o *PBL*, também relata a multiplicidade de especificações e práticas *PBL*, mas prefere não propor uma definição. Ao contrário, ressalta singularidades que definem os elementos de um projeto que o enquadram na metodologia, sendo tais critérios "centralidade, questão condutora, investigações construtivas, autonomia e realismo" (Thomas, 2000, pág. 3, tradução nossa). A partir desses elementos, entende-se o *PBL*, pela visão do autor, como uma abordagem de ensino estruturada em atividades que desafiam estudantes a investigar e resolver questões complexas, promovendo, necessariamente, descobertas conceituais e reais.

Savin-Baden (in Graaff e Kolmos, 2007, tradução livre), compreende o *PBL* como um processo de aplicação dos conhecimentos interdisciplinares por meio de cenários-problema, em que as atividades escolares não transmitem conhecimento, mas sim dão suporte à construção da aprendizagem pelo aluno. A pesquisadora, apoiada às ideias de Boud (1985) e Barrows (1986), esclarece que o *PBL*, associando o "P" como *Problem*, não é um método específico de aprendizagem, contemplando diversas configurações cuja centralidade do processo seja a resolução de problemas, a investigação e o educando. Ela também distingue o *Project* e o *Problem-Based Learning*, considerando o primeiro um processo com resultado tangível de soluções do problema, enquanto este enfatiza o processo de reflexão e gerenciamento do problema e não necessariamente em uma solução.

Para Lambros (2013, tradução livre), pode-se assumir o *PBL* como estratégia educacional que incentiva a participação ativa do estudante por meio da resolução de casos práticos que espelham desafios do mundo real. A autora ainda destaca que a aprendizagem parte de problemas abertos, a partir de processos colaborativos e autodirigidos pelos estudantes, posicionando o professor como facilitador.

Kolmos e De Graaff (2015), reconhecem ambas as aprendizagens, baseada em problemas e a baseada em projetos, como inerentes uma à outra, concebendo o *PBL* como uma abordagem estruturada por projetos, cuja base é um problema complexo originador

de vários resultados de aprendizagem a nível interdisciplinar. Para os autores, a abordagem não deve ser compreendida a nível curricular, mas sim como um conjunto de práticas adaptadas a diferentes contextos culturais, nacionais e institucionais.

Analisando as diferentes concepções em torno do *PBL*, e orientando-se nos princípios de Dewey (2023) e Freire (2021), que defendem uma educação problematizadora e de caráter crítico-cidadã, agregando a realidade concreta e envolvendo as experiências e ideologias sociais, entende-se, neste trabalho, o *PBL* para além de uma metodologia norteadora, isto é, centra-se em muito mais do que técnicas e estratégias de ensino aplicadas pelo professor. Pressupondo que o *PBL* exige uma reconfiguração de como se entende a aprendizagem e de que formas ela se constitui, assume-se o termo como uma nova concepção de ensino-aprendizagem, integrando novas visões à prática docente, aos ambientes de aprendizagem, às formas de conhecimento e, principalmente, à formação do aluno como sujeito social.

Assim, denota-se uma natureza flexível à proposta no que diz respeito às ações pedagógicas diante do contexto e necessidades dos alunos. Um plano de aprendizagem pautado na problematização e investigação de questões sociais autênticas, relevantes à realidade do alunado, posicionado como ativo no processo, segue os princípios do *PBL*. Com isso, os educandos podem experienciar diferentes configurações de aprendizagem baseadas na descoberta, colaboração e criação autênticas.

Porém, é importante ressaltar que "todo projeto necessita de um bom planejamento, com o cumprimento de diversas etapas." (Braga, 2021, pág. 8). Ainda que grande parte das situações dentro de uma atividade *PBL* surjam naturalmente de acordo com o grau de autonomia conferido aos alunos, condutores dos próprios processos de aprendizagem, o papel do professor não deixa de ter expressiva importância. É do docente o papel de promover situações que alicercem o processo de construção do conhecimento, planejando as ações de engajamento do aprendiz. Os pesquisadores Markham, Larmer e Ravitz (2008) dizem que é preciso ter em mente aonde se quer chegar, para que o panorama do projeto conjecture significado, ou seja, revele as motivações das ações desenvolvidas, favorecendo o engajamento e consolidação contínua dos conhecimentos.

Com base em concepções estudadas dos autores Braga (2021), Bender (2014), Markham, Larmer e Ravitz (2008) e Gouveia e Gouveia-Neto (2020), o esquema da figura

1 retrata a configuração de um projeto *PBL* tal qual concebe-se nesta pesquisa, para que seja desenvolvido com eficiência no que diz respeito à sua concepção formativa.

Figura 1 - Estrutura PBL.



Fonte: próprio autor.

2. O Ensino de Ciências e a perspectiva sociocientífica no estímulo ao protagonismo infantil

2.1 A Ciência e a Tecnologia na sociedade contemporânea

Diante de uma sociedade em que a formação infantil não está sob égide exclusiva da família, como já foi há décadas, havendo uma ampla janela de aprendizado pela influência das tecnologias da informação, e considerando que o conhecimento forma quem somos, é papel do ensino de ciências ampliar a visão de mundo dos alunos para que saibam gerir informações com compromisso ético, crítico e progressor. E, no tocante a concepção de progresso, ideal sobre o qual debruçou-se a sociedade, não se pode assumir uma participação exclusivamente positivista da ciência (Moura, 2021; Gurgel, 2020) e da tecnologia. Existem impactos consequentes de ambas que recaem em problemas sociais e ambientais, muitos dos quais ainda hoje não vislumbramos soluções palpáveis.

Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) afirmam que na sociedade da "cibercultura", em que a Ciência e a Tecnologia (CT) influem direta e profundamente nas práticas sociais, o conhecimento científico e tecnológico não pode ser trabalhado de forma isolada de suas aplicações sociais. O ensino de ciências, para os autores, deve "construir o entendimento de que o processo de produção do conhecimento que caracteriza a ciência e a tecnologia constitui uma atividade humana social e historicamente determinada" e constitui-se, portanto, como uma prática cultural e socialmente construída. Eles ainda reiteram a necessidade de inclusão no currículo escolar, da problematização entre benefício e malefício da relação ciência e tecnologia, diante dos reflexos de ambas sobre a natureza e a sociedade

Pressupondo a CT como produções culturais, tomá-las exclusivamente como potencialidades de transformação e melhoria social, não compreendendo o que move o fazer científico e assumindo tudo que é originado da "evolução científico-tecnológica" como positivo e progressor, oculta a face antagônica de uma CT de classes e de propensões. Angotti e Auth (2001) destacam uma crítica ao avanço científico e tecnológico na sociedade. Eles apontam uma dicotomia em termos da promoção de qualidade de vida às pessoas através da CT e a real desigualdade social desencadeada por sua forte presença. Também alertam sobre a passividade dos cidadãos diante dessa

realidade, os quais, crendo na difusão ideológica da eficiência da CT, adquirem uma visão pessimista sobre a viabilidade de que a atuação social possa gerar mudanças.

2.2 A perspectiva de Paulo Freire e o papel do Ensino de Ciências na formação crítica

Freire (2021, pág. 127) afirma que "O progresso científico e tecnológico que não responde fundamentalmente aos interesses humanos, às necessidades de nossa existência, perdem [...] sua significação" e devem ser passíveis de resistência crítica. De modo complementar, o autor situa o ser humano como sujeito histórico social, inerentemente inserido e ativo nas mudanças sociais, consolidando, assim, uma bagagem de experiências histórica, política, cultural e social matrizes de sua identidade cultural. Para ele, essa influência constitui a consciência da presença no mundo, de modo que, percebendo-se como integrantes do meio, se percebam como responsáveis pela própria realidade e história.

O autor também aborda a incompletude natural do ser humano, que o torna educável e sempre aberto à curiosidade e indagações viabilizando novos conhecimentos. Desta forma apresentamos uma capacidade de aprendizagem que nos permite atuar sobre a realidade não apenas nos adaptando e ela, mas transformando o que está ao nosso redor. Aí também se define segundo Freire (2021, pág. 67), a capacidade de ensinar, que precisa posicionar o aluno "como sujeito crítico epistemologicamente curioso que constrói o conhecimento do objeto ou participa de sua construção". Ou seja, a educação precisa conduzir o ser humano ao seu papel de sujeito da própria história.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC), documento norteador do ensino, entende que

> A compreensão dos estudantes como sujeitos com histórias e saberes construídos nas interações com outras pessoas, tanto do entorno social mais próximo quanto do universo da cultura midiática e digital, fortalece o potencial da escola como espaço formador e orientador para a cidadania consciente, crítica e participativa (Brasil, 2017, pág. 62).

O documento precitado ainda reforça o papel da área de Ciências da Natureza no desenvolvimento do letramento científico, compreendendo-o como a habilidade de interpretar e entender o mundo "natural, social e tecnológico" para, a partir dos conhecimentos, atuar sobre ele e transformá-lo. Ele situa a educação científica como

indissociável dos papéis que a tecnologia e a ciência exercem na sociedade contemporânea, relacionando-os à postura dos indivíduos diante dos "desafios éticos, culturais, políticos e socioambientais" (Brasil, 2017, pág. 330).

Assim, a BNCC reforça uma visão da Ciência e da Tecnologia para além de ferramentas úteis na resolução de problemas a nível individual e coletivo, mas como fomentadoras de novas perspectivas sobre o mundo. Angotti e Auth (2001) complementam que essas novas concepções devem ser subsidiadas (por saberes e competências) de maneira que os indivíduos constituam, conscientemente, sua visão sobre o meio ambiente e confronte-a com outras interpretações.

2.3 A alfabetização científica e o desenvolvimento do protagonismo infantil

Lorenzetti e Delizoicov (2001) defendem ser culturalmente necessário o acesso das pessoas aos conhecimentos científicos considerando a conexão intensa entre ciência, artefatos tecnológicos e a sociedade. Para isso, valoram a alfabetização científica como processo que atribua significado autêntico às temáticas científicas, viabilizando entendimento de suas aplicações no mundo. Esse propósito de alfabetização, segundo os autores, origina um caráter multidimensional, de modo que a formação do indivíduo é direcionada à aplicação dos conceitos científicos para além da escola a partir de um conjunto de competências e habilidades. Ao atingir aplicabilidade no contexto social, o conhecimento se torna útil em atividades diversas, guiando o indivíduo em suas ações. Avança-se, assim, ao letramento científico (Lorenzetti e Delizoicov, 2001).

Apesar dessa perspectiva de educação socio-científica, trabalhando competências de leitura de mundo e conscientização crítica, ter presença mais natural nos espaços educacionais mais avançados entre os níveis de formação - pressupondo que exigem maior grau de percepção e maturação para compreensão de tais discussões - questiona-se, à luz das ideias de Dewey (2023), o quanto valores já consolidados pelo indivíduo, desde o início de seu desenvolvimento na fase infantil, podem impactar na flexibilidade para assumir uma postura ativa e crítica em sociedade.

Como perceptora do contexto que a cerca, a criança já adquire e internaliza valores e práticas sociais, aspecto perceptível, por exemplo, através da brincadeira do faz de conta, na qual há reprodução de papéis e ações que exteriorizam a realidade social onde

a criança está inserida. A contação de histórias também incita determinados valores e ideias em meio à imersão ao imaginário, em que a criança se transporta aos fatos narrados e adquire conhecimentos e informações. Em ambos os casos já se inicia a consolidação da autoconsciência e a construção da visão do outro e do mundo.

Um outro exemplo concreto da aquisição ideológico-cultural por crianças é o consumismo infantil retratado por Moura, Viana e Loyola (2013). Inseridas na sociedade do consumo e da produção em larga escala, os autores destacam o prematuro estímulo à tal padrão de vida ao público infantil. Para os pesquisadores, "observando os pais sempre a consumir produtos, a criança reproduz e copia tais comportamentos sem crítica, incorporando essas práticas" (2013, pág. 483). Partindo da lógica de que, ao absorver o padrão de consumo, a criança já está incorporando uma estrutura de poder socioeconômica através de conteúdos que "buscam consolidar modelos ideais de como viver bem, sentir-se, ter felicidade, conforto, sucesso, bem-estar, além de sustentar padrões de feio e bonito, bom e ruim, etc." (Moura, Viana e Loyola, 2013, pág. 483), tensionar essas construções e internalizações a partir de uma formação mais crítica, pode mobilizar o processo inverso, isto é, perceber-se apto a ir de encontro ao que a sociedade procura condicionar.

Do mesmo modo que aprende a consumir, ao lhe ser revelada as consequências drásticas que nosso modelo de consumo tem causado às pessoas e ao ambiente, a criança poderia questionar sua própria realidade e remodelar seus valores e ações. Angotti e Auth (2001, pág. 20) afirmam que "as crenças e os valores das pessoas, construídos socialmente, dão-lhes uma determinada visão de mundo e as conduzem a agir de uma forma ou outra (ou a se acomodar diante das ações externas). São determinantes em suas atitudes e comportamentos." A partir dessa ideia, os autores defendem que quando valores contraproducentes se encontram socialmente enraizados, inviabilizam a resolução de problemas que acabam por tornar-se comuns.

Assim, refletir, desde a infância, sobre a maneira como o ser humano intervém no ambiente, constitui uma consciência de cidadania ativa, de modo que o indivíduo esteja apto a agir conscientemente na promoção de bem-estar nos espaços sociais dos quais participa. Novos padrões sociais, portanto, podem despontar a partir de novas posturas cidadãs proativas.

Neste sentido, Lorenzetti e Delizoicov (2001, pág. 52) levantam uma concepção relevante em torno do propósito do ensino de ciências nos anos iniciais: promover a alfabetização científica como meio "pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a sua cultura, como cidadão inserido na sociedade". Os autores ainda afirmam que esse processo precisa ser desenvolvido desde o início da fase escolar, até mesmo precedendo a aquisição da leitura e da escrita, códigos dos quais o ensino de ciências mostra-se como aliado de desenvolvimento, corroborando na construção de "sentidos e significados às palavras e aos discursos" (Lorenzetti E Delizoicov, 2001, pág. 57).

Quando se trata de alfabetização, Freire (1989) defende que esta se processe de modo crítico, ultrapassando o puro domínio do código. Ele argumenta que, mesmo antes de adquirir a escrita e leitura, o indivíduo já é capaz de extrair palavras e significações através das experiências vivenciadas nos grupos a que pertence. Logo, compreende-se antes o mundo a partir das relações nele estabelecidas, para então ser possível construir novos sentidos e interpretações. Significa que a "leitura do mundo precede sempre a leitura da palavra e a leitura desta implica a continuidade da leitura daquele." (Freire, 1989, pág. 13).

O autor precitado ainda afirma que a alfabetização não pode ser transmitida e, menos ainda, mecânica. Ela demanda um envolvimento ativo, no qual o próprio alfabetizando é sujeito do processo, elaborando suas relações palavra-mundo conforme suas prévias experiências. E ao professor cabe procurar reconhecer as "leituras de mundo" de seus alunos e valorizá-las, a fim de estimular e viabilizar essas conexões através de uma ação crítico-pedagógica, mobilizando a interpretação e reinterpretação do que se lê (Freire, 1989, 2021).

Consonante a essas ideias, Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002) trazem o reconhecimento do aluno como sujeito do próprio conhecimento e primordial no processo de aprendizagem. E afirmam que, dessa perspectiva ativa, o aprender se constitui na relação entre o sujeito e o meio que o cerca, de modo que "esse sujeito está permanentemente construindo explicações sobre o mundo natural e social em que se encontra" (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2002, pág. 129).

Refletindo em torno das perspectivas apresentadas, pode-se inferir a alfabetização

científica como instrumento de ampliação do conhecimento e cultura a partir de sua prática transformadora e enraizada na realidade discente. Conhecimento formal e informal se entrelaçam e complementam-se para desenvolver um ensino de ciências capaz de fomentar a construção crítica e significativa de novas visões que reincidam em novas ações sobre o mundo.

3. Aprendizagem Baseada em Problemas da Comunidade (*CPbL*)

3.1 A necessidade de uma nova abordagem educacional

Pensar um processo de ensino-aprendizagem inovador exige reformular bases estabelecidas no sistema educacional. Um dos aspectos é refletir sobre conteúdos assumirem posição basilar em prol de uma formação extensivamente teórica, mas de pouca aplicação prática. Entendendo a aprendizagem como fruto da conexão direta com as experiências construídas continuamente nas interações com a realidade (Freire, 2021; Dewey, 2023; Markham, Larmer e Ravitz, 2008), soa incoerente um ensino desconexo como ainda se apresenta.

Freire (1987) situa educadores, educandos e a comunidade como coparticipantes na construção de conhecimentos e na conscientização crítica de suas condições de vida. Para tal, demanda-se que os estudantes sejam confrontados com situações reais das quais aplicarão e obterão conhecimentos, ampliando aprendizagens de forma transdisciplinar e holística. Archanjo e Tormohlen (2022) afirmam que esse perfil educacional rompe com visão fragmentada, acrítica e descontextualizada do mundo, promovendo ações coletivas e educativas transformadoras. Isso porque o perfil de aprendizagem com que os alunos são engajados, os posiciona como ativos no processo e explora de forma máxima capacidades cognitivas, socioemocionais e técnicas diante da complexidade inerente aos problemas sociais.

Em torno do engajamento social, Melaville, Berg e Blank (2006, pág. 1, tradução livre) defendem que

> Para aprender a ser cidadãos, os alunos devem agir como cidadãos. Portanto, a educação deve conectar o assunto com os lugares onde os alunos vivem e as questões que afetam a todos nós. As escolas estão idealmente situadas para conectar o aprendizado com a vida real; mas normalmente, eles não o fazem.

Dewey (2023) afirma que há experiências escolares tão desconectadas das experiências reais, que os conhecimentos adquiridos se tornam pouco úteis nas situações da vida. Ele acredita na necessidade do resgate de uma educação mobilizadora do aprendizado contínuo capacitando o indivíduo na superação dos desafios de sua realidade. Também defende que essa preparação demanda atenção às experiências presentes pelas quais o educando está consolidando suas bases para experiências futuras. Melaville, Berg e Blank (2006, tradução livre) complementam essa perspectiva afirmando que “escolas

que implementam a Aprendizagem Baseada na Comunidade entendem que preparar os alunos para o futuro significa ajudá-los a se envolverem em oportunidades positivas da comunidade hoje" (2006, pág. 3-4, tradução livre).

3.2 Fundamentos do *CBL*

Dentre as diversas abordagens sendo implementadas para a Aprendizagem Baseada na Comunidade, Melaville, Berg e Blank (2006, tradução livre) ressaltam aquelas que visam ligar escola e comunidade almejando a resolução de problemas locais. Considerando-se as características do *CBL* levantadas pelos autores Melaville, Berg e Blank (2006, pág. 9-10, tradução livre):

> Conteúdo Significativo - A aprendizagem ocorre em lugares e se concentra em questões que têm significado para os alunos.
> Voz e escolha - As tarefas de aprendizagem são ativas e permitem que os alunos assumam um papel ativo na tomada de decisões.
> Propósito pessoal e público - As metas de aprendizagem conectam a realização pessoal ao propósito público.
> Avaliação e feedback - A realização de avaliações contínuas dá aos alunos a oportunidade de aprender com seus sucessos e fracassos.
> Recursos e relacionamentos - As parcerias com a comunidade aumentam os recursos e relacionamentos disponíveis para o aprendizado e a ação dos alunos.

é possível traçar equivalências com os pilares do *PBL* considerando-se características definidas por Bender (2014); Khaliq, Alam e Mushtaq (2015); Kubiatko e Vaculová (2011); Markham, Larmer e Ravitz (2008); Markula e Aksela (2022); Melaville, Berg e Blank (2006).

O *CBL* trabalha com conteúdo significativo ao focar em questões relevantes para a vida dos alunos, lhes permitindo envolvimento em desafios reais. No *PBL*, a questão motriz cumpre esse papel ao atrair o interesse dos estudantes e direcionar seus esforços para um problema concreto, aplicável à realidade. Se mobiliza então um processo de investigação e análise em torno de questões desafiadoras vislumbrando produtos-solução autênticos através da combinação de conhecimentos prévios e construídos processualmente bem como múltiplas habilidades. Em termos do *CBL*, esses produtos podem ser traduzidos como tecnologia social consistindo em soluções práticas e criativas para a comunidade.

O controle de processo é fornecido aos alunos, garantindo que tenham poder de decisão sobre aspectos do projeto, promovendo autonomia e engajamento. Esse

envolvimento ativo os prepara para participar ativamente nas situações concretas de aplicação do conhecimento, base da *CBL*. A tomada de decisões implica a concepção de um propósito (Dewey, 2023) que engloba mais do que motivações pessoais: visa contribuir para comunidade. Esse aspecto é valorizado no *PBL* em termos da base de trabalho cooperativo, que mobiliza um senso de colaboração na concepção dos conhecimentos e soluções. E esses resultados também precisam atingir um nível de conhecimento público. Consegue-se, assim, viabilizar redes de colaboração que incluem não somente a escola, mas membros da comunidade e seus conhecimentos.

Todo esse processo, no contexto escolar, deve ser embasado por feedbacks e revisões/avaliações contínuas dos professores, orientando o aprendizado. Submeter a condução aos alunos, é permitir que descubram os processos de respostas às questões levantadas, dando margem a um processo continuamente reflexivo e impreciso. Com isso, a capacidade de adaptação durante a construção das soluções, oferece um aprendizado constante que permite superação diante de dificuldades e problemas.

Dessa forma, o *PBL* é entendido não apenas como uma metodologia educacional, mas como abordagem processual de potencial transformador, que busca educar indivíduos ativos e responsáveis. Isso porque ela não se concebe como uma estrutura organizada e fixa para atingir uma resposta, mas sim se substancia em um processo administrado pelos próprios educandos (Bender, 2014).

3.3 *CPbL*: transformando a escola em um polo comunitário

As propostas *PBL* e *CBL* combinadas constituem um novo olhar ao papel da escola. O que se propõe é uma incorporação da concepção de Aprendizagem Baseada em Problemas da Comunidade (*CPbL*) à realidade educativa, enraizando currículos a questões autênticas. O ponto que a caracteriza e a faz diferente de outros *PBL's* é a origem do problema direcionador do projeto. Ele nasce do dia a dia de uma comunidade específica, isto é, está presente nas realidades sociais dos alunos. Além dessa distinção em termos do ponto de partida, o produto final do *CPbL* também se diferencia, pois vai além de um simples produto escolar. Trata-se de um resultado com significado de aplicação e de transformação, fruto de uma vivência prática e da inquietação pedagógica em buscar algo além da aprendizagem escolar. É na transição entre a resolução de um projeto escolar e a intervenção social que o *CPbL* encontra seu sentido mais profundo:

formar sujeitos críticos, criativos e comprometidos com a transformação da realidade ao seu redor.

Dessa forma, as estratégias do *CBL* orientadas por projetos *PBL* deixariam de ser apenas atividades especiais e extracurriculares e estariam integradas ao sistema curricular. Assim, poderiam atingir um impacto muito mais substancial na formação integral e cidadã a partir de um processo de aprendizagem permanente e significativo (Melaville, Berg e Blank, 2006).

Mais que isso, pressupõe-se uma potencialidade considerável do *CPbL* em poder transformar a escola em um polo de desenvolvimento comunitário, promovendo interações significativas com a comunidade local. Isso cria um ambiente de aprendizagem onde o conhecimento se constrói significativamente e de forma bidirecional, beneficiando tanto os estudantes quanto os membros da comunidade. Quando os alunos são incentivados a identificar problemas que afetam diretamente sua comunidade e a trabalhar em conjunto para propor soluções práticas e criativas, esse processo pode retornar como tecnologias sociais que podem ou não se transformar em inovações sociais.

A maioria dos projetos desenvolvidos a partir de problemas da comunidade com a educação básica, tem seu ciclo encerrado num relatório de verificação da aprendizagem. Entretanto, em muitos casos, existem projetos com potencial transbordamento, significando serem concretizados na forma de melhoria da qualidade de vida local e comunidades sustentáveis a partir da resolução de problemas – atingiria assim, o plano inovador.

Esse direcionamento de que a educação deve ser significativa e distinta para a ação social conduz a uma associação ao pensamento de Paulo Freire. Mesmo nas publicações internacionais o nome do educador brasileiro é sempre citado. Ao considerar a alfabetização a partir de palavras geradoras, Freire defendia a existência de temas geradores, de onde nasciam tais palavras. Nesse sentido, as palavras e as sílabas eram percebidas como codificações de uma realidade vivenciada por quem estava sendo alfabetizado. As palavras e sílabas desconectadas dessa realidade viravam uma abstração sem sentido claro para os alfabetizandos.

Do mesmo modo, o conhecimento da teoria desvinculado da realidade torna-se uma abstração, que pode ser aprendida, mas que se torna, após a prova, um conhecimento vazio de sentido. Uma formação fundamentada no *PBL* que use problemas desvinculados

da realidade dos estudantes, pode se tornar sem sentido da mesma forma que as palavras desvinculadas da realidade o são.

3.4 Influência de Paulo Freire e da abordagem CTS/A (Ciência, Tecnologia e Sociedade / e Ambiente)

No Brasil, o ensino de ciências tem uma longa tradição de pesquisas no campo do pensamento de Paulo Freire, introduzidas principalmente pelos estudos de Delizoicov, Angotti e Pernambuco (2002). Eles desenvolveram uma linha de pesquisa que busca traduzir a essência da filosofia de Freire para a educação em ciências. Essas pesquisas visavam confrontar os saberes proveniente do cotidiano dos estudantes, principalmente do ensino fundamental, com a aprendizagem dos conceitos de ciências (saber codificado). Diversas correntes se seguiram a essa primeira abordagem, principalmente abrigadas sob a sigla CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), embora nem todos os trabalhos dessa linha estejam conectados com *PBL*.

Auler e Delizoicov (2015) e Roso e Auler (2016) defendem a integração entre os princípios de Paulo Freire e a abordagem CTS para enriquecimento dos processos educativos, criando uma base mais sólida do que trabalhados isoladamente. Para os autores, a visão freiriana, com foco em investigação temática e na promoção de uma educação conscientizadora e transformadora, oferece uma dimensão crítica e intencional em termos das interações CTS. Ainda afirmam que a abordagem de forma isolada carece de uma estrutura educacional voltada para a conscientização social ativa e pode falhar em seu potencial de engajamento para integração de novos valores à Ciência e Tecnologia (CT).

Nesse contexto, a abordagem CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente) amplia ainda mais essa discussão ao incorporar questões ambientais às interações CTS. A perspectiva CTSA possibilita a articulação dinâmica entre conteúdos científicos e questões sociocientíficas, promovendo discussões transversais que envolvem aspectos da cidadania ambiental, econômicos, sociais, políticos, culturais e éticos (Santos, 2007; Maestrelli e Lorenzetti, 2021). Para Santos (2007), a abordagem CTS/CTSA crítica se propõe a problematizar coletivamente diferentes perspectivas sociocientíficas através de temas sociais, mobilizando valores coletivos e comprometimento social dos estudantes na busca de possíveis respostas a problemas sociais vinculados à CT.

Contribuindo com essa mesma ideia, Maestrelli e Lorenzetti (2021, pág. 17) discutem o acréscimo da letra “A” à sigla como relevante para destacar “a importância crescente que a perspectiva socioambiental vem adquirindo nos sistemas de ensino por meio da educação ambiental (EA)”, apesar de entenderem substancialmente a presença dos aspectos ambientais nas relações CTS.

Mediante a situação de ‘emergência planetária’ urge a necessidade de uma educação ambiental crítica, transformadora e de ordem ética, buscando a mudança de valores e atitudes sociais para transformação da realidade na direção da sustentabilidade (Bourscheid e Farias, 2014; Maestrelli e Lorenzetti, 2021). O ensino de ciências sob essa perspectiva desafia a visão da ciência como neutra e destaca suas conexões com problemas socioambientais contemporâneos (Santos, 2007).

Essa visão articulada entre educação CTS/CTSA e os princípios freirianos, permite que os estudantes reflitam de forma mais consciente sobre a relação entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, considerando o impacto real dessas áreas em suas vidas e em sua comunidade. Essa perspectiva é compatível com o *CPbL*, alicerçada na ideia de que a educação deve ser significativa e distinta para a ação social. Essa estratégia pode fomentar a participação e contribuir para a construção de um processo educativo mais colaborativo e horizontal. A ideia é que novos atores, isto é, os próprios educandos e suas comunidades, tenham voz na definição de valores, demandas e soluções, resultando em uma educação que reflete a realidade e promove protagonismo e a ação transformadora.

Nesse sentido, Archanjo e Tormohlen (2021) abordam a potencialidade da inclusão de Tecnologia Social (TS) na educação em termos da participação ativa dos sujeitos na construção do conhecimento e superação de problemas reais que permeiam uma comunidade escolar bem como na reorientação de processos educativos no Ensino de Ciências. Os autores também articulam a TS e a Investigação Temática, uma abordagem freireana, identificando-as como ponto de partida para o desenvolvimento de estratégias educativas problematizadoras.

De forma complementar Roso e Deliziocov (2019) trazem a TS como ferramenta questionadora ao modelo capitalista de CT e proponente de alternativas que alinhem tecnologia e ciência a valores socioambientais. A TS, de acordo com os autores, tensiona modelos e estruturas promovendo soluções coletivas que beneficiem diretamente comunidades locais e suas necessidades específicas. Na perspectiva educativa, defendem

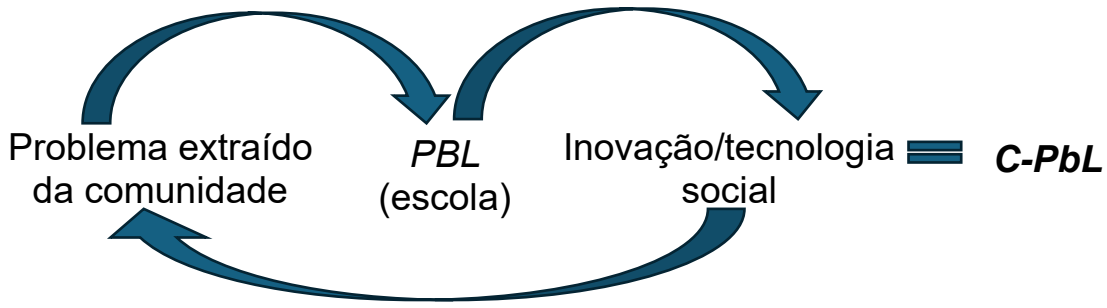
que a TS “tem gerado novas formas de educação e formação dos sujeitos que estão inseridos nessas atividades” (Roso e Deliziocov, 2019, pág. 7) e, portanto, deve estar agregada a educação CTS.

3.5 *CPbL*: mobilizando inovação social através da escola

Pode-se considerar que o *CPbL* se consolida nessa conexão CTS/A-Freire, incentivando a investigação e interatividade ativa com problemas reais de uma comunidade, canalizando os conhecimentos atingidos através da experiência comunitária a um processo analítico-reflexivo permeado de conceitos científicos aplicáveis. Essa vinculação promove uma educação transformadora, onde o aprendizado se torna um meio para a ação consciente e o desenvolvimento da cidadania. Com isso, o *CPbL* pode se consolidar como caminho de desenvolvimento de uma tecnologia social por meio de projetos concretos criados e implementados pelos alunos.

Um processo cíclico seria originado, de modo que a comunidade se situa como ponto substancial do projeto educativo desde a concepção até sua implementação. Tal processo pode ser expresso pelo esquema (fig. 2) a seguir.

Figura 2 - Idealização *CPbL*.



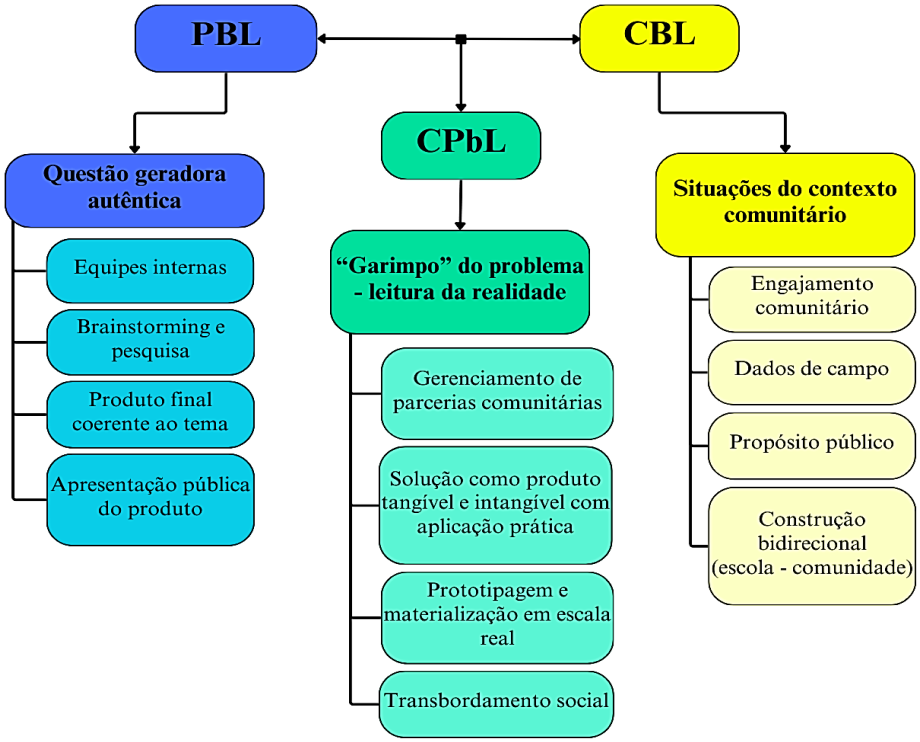
Fonte: próprio autor.

A concepção educativa do *CPbL* tem como pilar a problematização da realidade. Dela se pauta um processo de “garimpo” de problemas dos quais se definirão questões norteadoras para um projeto educacional do perfil *PBL*. Na visão freiriana (Freire, 1987), explorar as percepções da realidade que refletem na atuação sobre ela, traçam os denominados “temas geradores”. Para o autor, a investigação desses temas vai além de uma simples coleta de informações; é um processo de compreensão profunda da práxis a

partir de uma ação e reflexão contínua dos indivíduos sobre sua própria realidade, buscando transformá-la.

Para elucidar a constituição do *CPbL* e sua fundamentação como abordagem derivada da fusão entre a Aprendizagem Baseada em Projetos/Problemas (*PBL*) e a Aprendizagem Baseada na Comunidade (*CBL*), o quadro 1 apresenta um esquema conceitual que explicita as interconexões entre as duas metodologias e os elementos integradores que estruturam a nova abordagem.

Quadro 1 - Diagrama conceitual de fusão entre *CBL* e *PBL* para estruturação do *CPbL*



Fonte: próprio autor.

O processo parte do levantamento de questões de demanda social ou comunitária, passando pela análise e pesquisa dos dados obtidos, bem como pela organização dessas informações. A partir daí, chega-se à idealização e projeção de uma solução final que responda de forma efetiva ao problema identificado. Considerando se tratar de uma demanda concreta que impacta uma comunidade, as idealizações oriundas desses projetos podem retornar à comunidade em forma de TS, mobilizando novas estruturas de ação e ampliando a qualidade de vida local em termos da sustentabilidade. Essa estrutura de aprendizagem significativa orientada a partir da realidade, integrando a educação científica à experiência real na direção de transformação social, molda o *CPbL*.

4. Metodologia

Visando compreender, a partir de fundamentos científicos, os impactos de uma prática docente disseminadora de experiências que encorajem e incentivem os alunos à criatividade e a reconhecerem seu papel como agentes sociais transformadores, traçou-se a problemática de pesquisa que norteia este trabalho. Considerando investigar de que forma as atividades *CPbL* capacitam os estudantes do EF 1 na identificação de problemas comunitários no contexto rural, mobilizando uma reflexão em torno das possibilidades inovadoras a partir de projetos escolares, faz-se necessária uma abordagem de pesquisa crítica e reflexiva.

O presente estudo se deu na Escola Municipal Galdinópolis, situada no município de Nova Friburgo – região Serrana do estado do Rio de Janeiro. A execução do trabalho empírico teve início no período de abril a novembro de 2023, com a implementação de um projeto baseado na concepção *CPbL*, inicialmente desenvolvido com uma turma multisseriada de 4º e 5º anos do Ensino Fundamental. Nesse primeiro momento, participaram sete alunos, com idades entre 9 e 12 anos, sendo o grupo inteiramente composto por meninos.

O projeto teve sua continuidade no ano seguinte, ainda com a maior parte da turma inicial, que avançou do 4º para o 5º ano, mas com a inclusão de novos participantes do 3º ano do Ensino Fundamental por dinâmicas de enturmação da escola. Esse processo resultou na ampliação do grupo para 10 alunos, mantendo a predominância de meninos, com apenas uma menina na sala. Essa extensão permitiu não apenas o aprofundamento das investigações, mas também a adaptação da proposta às novas dinâmicas e interações geradas pela composição da turma.

Thiollent (1986) e Flick (2009) sugerem que as pesquisas convencionais nos campos social e educacional, têm enfatizado estratégias e procedimentos metodológicos tradicionais em prol de um processo mais característico a cada objeto de estudo. Deste modo, os resultados obtidos deixam de atingir concretamente os problemas reais, inviabilizando o alcance prático da pesquisa. Para os autores, a partir de um processo de investigação contextualizado e direcionado às especificidades dos objetos envolvidos pode-se deixar um legado de transformação no contexto de implementação.

Considerando-se, na pesquisa, todas as condições contextuais que refletiram diretamente nas propostas, análises e, consequentemente, resultados, a representatividade dos objetos de estudo é posta não como meras variáveis de análise, mas como determinantes e intrínsecos a um contexto (Flick, 2009). Assim, os caminhos de investigação permearam, intencionalmente, múltiplas influências metodológicas a fim de abarcar a complexidade do objeto de estudo.

O fato de a pesquisadora ser docente da turma e residente na comunidade onde o projeto foi implementado confere à pesquisa características da etnografia, especialmente no que diz respeito ao contato direto e prolongado com a realidade estudada (Lüdke e André, 2018). Esse envolvimento contínuo permitiu uma compreensão mais aprofundada das dinâmicas locais, possibilitando uma interação ativa com os sujeitos pesquisados e suas influências contextuais.

Além disso, foi por meio dessa proximidade com o meio comunitário que houve uma expansão da problemática de pesquisa, favorecendo a emergência de novos insights e descobertas. Esse caráter dinâmico e aberto à reformulação da investigação, segundo Lüdke e André (2018), é um traço distintivo de estudos etnográficos.

A partir desse perfil investigativo e exploratório, aberto a novas descobertas, pode-se, conforme definições dos autores precitados, relacionar a pesquisa ao estudo de caso. Outra característica relevante dessa tipologia é a análise conduzida conforme as especificidades contextuais, evidenciando como o ambiente em que o estudo foi aplicado influenciou as ações e processos pedagógicos. Essa abordagem não apenas permite compreender o fenômeno investigado em profundidade, mas também possibilita extensões e reflexões para outros contextos, por meio da identificação de padrões e similaridades (Lüdke e André, 2018).

De acordo com Erickson (1986, tradução livre), ao desenvolver uma pesquisa de campo, é preciso descrever as situações envolvidas buscando atingir significações expressas nas ações dos participantes. Para isso, o autor (1986, tradução livre, pág. 6) define a necessidade de "(a) participação intensiva e de longo prazo em um ambiente de campo; (b) registro cuidadoso do que acontece no cenário, escrevendo notas de campo e coletando outros tipos de provas documentais (por exemplo, memorandos, registros, exemplos de trabalhos de alunos, fitas de áudio, fitas de vídeo); (c) posterior reflexão analítica sobre o registro documental obtido no campo; e (d) relato por meio de descrição

detalhada de [..] narrativas e citações diretas de entrevistas [...]". Ludke e André (2018) sinalizam a importância da riqueza descritiva dos dados obtidos, apoiando-se em registros imagéticos e de transcrição dos fatos em estudo.

Em torno da pesquisa de campo sobre o ensino, Erickson (1986) ressalta que ela permite problematizar as situações educacionais e desvelar questões naturalizadas cruciais para entender determinados cenários e problemas educacionais. Este reconhecimento aprofundado, torna mais favorável a investigação de como as dinâmicas dentro do cenário educacional sofrem influência de outras esferas do sistema, incluindo a comunidade local e a família dos educandos. Ademais, ele frisa a relevância do viés interpretativo para as observações em termos contextuais, atribuindo significados que captam mais autenticamente as situações investigadas, evitando generalizações.

A centralidade investigativa é identificar, a partir da interpretação processual da proposta educacional, indícios de que a experiência do projeto favoreceu o protagonismo infantil na concepção de soluções para problemas comunitários. Também refletir sobre as condições que permeiam a viabilidade dessas soluções se traduzirem em inovação social e aplicadas na realidade, originando um transbordamento da escola para comunidade local. Nesse sentido, a análise também se apoia na perspectiva da docente-pesquisadora, cujo processo reflexivo-ativo permite interpretar não apenas os avanços dos alunos, mas também os desafios e ressignificações envolvidos na implementação do projeto.

Thiollent (1986) reforça que propostas de pesquisa como esta possibilitam aos pesquisadores e participantes, de forma cooperativa, resolver problemas significativos dentro de situações sociais específicas, mesclando saberes e contextos de aprendizagem de ordem formal e informal nas proposições de intervenções na realidade. Sobre a pesquisa-ação, Ibiapina, Bandeira e Araujo (2016, pág. 262) afirmam que "um dos princípios dessa modalidade de pesquisa é investigar a própria ação educativa, nela intervindo" a partir de uma análise crítica do processo e da disposição dos próprios participantes como sujeitos ativos. Completam observando que as ações devem estar integradas ao processo investigativo, permitindo que a avaliação de cada etapa retroalimente a pesquisa. Isto é, a reflexão sobre os resultados de uma fase gera ajustes e aprimoramentos na etapa seguinte, criando um movimento contínuo e dinâmico, descrito como uma espiral reflexiva, tal qual ocorreu no processo pedagógico do projeto.

Diante de tais características: “apropriabilidade de métodos e teorias; perspectivas dos participantes e sua diversidade; Reflexividade do pesquisador e da pesquisa; variedade de abordagens e de métodos”, é revelado, segundo Flick (2009, pág. 23), o caráter empírico e qualitativo de investigação e análise deste trabalho. Buscou-se explorar o cenário social no qual a escola e os estudantes estão inseridos, a fim de que o projeto fosse embasado em uma problemática real com base na qual os estudantes delineariam suas propostas de solução. Visando contextualizar o cenário social vislumbrado na proposta implementada e apresentar o percurso metodológico da pesquisa, partindo do estágio empírico à coleta e análise de dados, apresentam-se os subcapítulos a seguir.

4.1 - Contexto/Participantes

A Escola Municipal Galdinópolis é uma instituição pequena que pertence à esfera municipal, atendendo às comunidades de Galdinópolis e Rio Bonito, bairros da zona rural do distrito de Lumiar na cidade de Nova Friburgo-RJ. A escola situa-se na área central do bairro (foto 1), onde também se localizam outros espaços públicos como posto de saúde, uma mercearia e a uma Igreja, sendo uma região de maior circulação de pessoas cotidianamente.

Foto 1 - Imagem da E. M. Galdinópolis.



Fonte: próprio autor.

No que se refere à estrutura, a escola possui duas salas de aula, uma secretaria, uma cozinha, dois banheiros, um pátio e uma varanda, também usada como refeitório. Ambientes como laboratório, biblioteca, sala de informática e espaços desportivos não fazem parte do contexto da escola. Também existe a carência de alguns recursos

educacionais e equipamentos eletrônicos funcionais. Muitos dos recursos tecnológicos disponíveis na instituição são ultrapassados e não possuem funcionamento pleno.

Quanto a composição de funcionários, o quadro é composto por uma diretora, que administra duas escolas em conjunto, três professoras e duas merendeiras, não dispondo de orientador pedagógico ou educacional, inspetor de aluno nem auxiliar de serviços gerais. Em relação ao alunado, grande parte reside em áreas distantes e utilizam o transporte escolar oferecido pelo município para o deslocamento casa-escola.

As modalidades oferecidas na instituição são: Educação Infantil (EI), do Maternal III ao Pré-II, e Ensino Fundamental (EF), do 1º ao 5º ano (primeiro segmento), ambas funcionando no sistema multisseriado, porém em turnos distintos. Tal estrutura de ensino deve-se ao fato de a escola apresentar uma relação quantitativa aluno-série pequena, diante do baixo índice populacional da localidade.

4.2 - Como os alunos são reunidos em turmas multisseriada

O segmento do EF funciona distribuído em duas turmas compostas por alunos com idades e séries diferentes: uma constituída pelo agrupamento do 1º ao 3º ano escolar e outra pelo 4º e 5º anos. Cada bloco funciona em uma sala de aula e é dirigido por uma professora polivalente que dispõe de autonomia na estruturação dos tempos de aplicação de cada disciplina, na escolha das metodologias de trabalho e organização do ambiente de aprendizagem de modo a estabelecer um processo favorável aos diferentes níveis de conhecimento em contato síncrono, conforme representado na foto 2.

Foto 2 - Ambiente multisseriado.



Fonte: próprio autor.

A sala de aula do 4º e 5º anos é a mesma que atende à turma da EI no período vespertino. Desta forma, a estrutura da sala mantém-se disposta de modo a favorecer a troca de turma ao fim do primeiro turno. Porém, tal fator não é impedimento para flexibilização do espaço para determinadas atividades, haja vista as docentes dispõem de tal liberdade desde que viabilizando o funcionamento das duas turmas.

4.3 - Contexto da comunidade

A comunidade é situada no bairro de Galdinópolis, no distrito de Lumiar, cujo território pertence à categoria de Área de Proteção Ambiental, visando a preservação de recursos hídricos e zonas de floresta mediante a prática agropecuária na região. A região não é atendida por estruturas de saneamento básico, tendo abastecimento de água por nascentes ou poços artesianos e o despejo de esgoto é realizado, na maior parte das residências, em sistemas de fossas sépticas.

Historicamente, o lugar é marcado pelas atividades primárias de agricultura familiar e tradicional e a criação de animais. Apesar da prática dessas atividades estar diminuindo no decorrer do tempo, ainda vigora na localidade, cujo fortes de produção são o aipim, inhame, feijão, banana, havendo cultivo, em menor escala, de outros produtos de acordo com a época.

Uma atividade econômica que se desenvolveu e tem se expandido é a produção de cogumelos, comercializados para diversas regiões no município e fora dele. Destaca-se ainda a produção e comercialização de ervas, existindo um espaço que mescla esse cultivo com atividades artesanais em tecido e com exploração de materiais diversos, além da fabricação artesanal de produtos alimentícios, itens comercializados para estabelecimentos da cidade de Nova Friburgo.

Ao longo do tempo, cresceu a exploração turística na região devido às belezas naturais, ainda que seja uma área carente de inúmeros serviços, tanto para população quanto aos turistas. Diante dessa atratividade turística e como o acesso às áreas para tal atividade são maioritariamente privados, muitos moradores apostaram na construção de pequenas pousadas de veraneio, casas de aluguel para temporadas, e até mesmo moradia fixa, processo que se ampliou no período da pandemia.

A influência do título de "polo da moda íntima" a qual recebe Nova Friburgo também chegou à comunidade, onde muitas pessoas atuam na área da costura, seja em confecções locais ou situadas em bairros próximos.

Os moradores são atendidos por um pequeno comércio local e, na área de saúde, há atendimento quinzenal no posto por um médico de família. Para os demais serviços, como farmácia, padarias, supermercados, hospitais, dentista, agências dos correios, escolas a partir do segundo segmento do Ensino Fundamental e outras atividades essenciais, a população se dirige ao centro do distrito de Lumiar e, principalmente, à cidade de Nova Friburgo.

4.4 - Percurso metodológico empírico

O projeto em cunho pedagógico foi conduzido pela pesquisadora-docente em colaboração com o orientador e coorientador da pesquisa, dividindo-se em estágios que permeiam os processos definidos no quadro teórico: a) Construção de habilidades *maker* e pensamento projetista[3]; b) Garimpo do problema e geração da questão norteadora; c) *Brainstorming*; d) prototipagem e) testes e análise de viabilidade de aplicação real.

Para Markham, Larmer e Ravitz (2008), ao pensar em um projeto faz-se necessário, inicialmente, refletir sobre duas questões fundamentais relacionadas aos aprendizes: seu envolvimento e capacidade de realização. Pensando no envolvimento do aluno e considerando ser ele o centro do processo, os autores avaliam ser preciso identificar o grau de autonomia e de habilidades de condução do processo e sugerem uma abordagem progressiva para trabalhar tais aspectos. Essas ideias vão ao encontro da visão de Dewey (2023) da aprendizagem como um processo contínuo. O autor destaca a importância de um aprendizado experimental e contextualizado em que o sujeito desenvolva maior autonomia e competência na tomada de decisões (formulação de propósitos) e na resolução de problemas, por meio da experiência concreta.

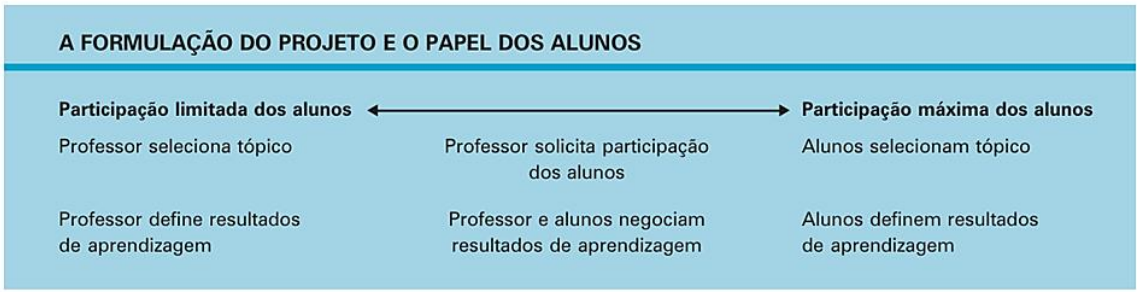
Em certos casos, em especial considerando-se o estágio de desenvolvimento das crianças, pode ser necessário fornecer suporte e experiências adequados até que os alunos desenvolvam, progressivamente, sua capacidade de autogestão, adquirindo as habilidades

[3] Entende-se pelo termo “pensamento projetista”, a compreensão dos processos sistemáticos pelos quais perpassa-se a elaboração de um projeto, como, criação e planejamento de ideias, análise desenvolvimento de conceitos, prototipagem, testes e revisão.

necessárias para um projeto bem-sucedido e que, posteriormente, agregue aspectos mais complexos da realidade. Freire (2021) alerta que, se tratando do trabalho com crianças, é necessária uma atenção cuidadosa e especial por parte do educador na complexa transição do estado de heteronomia para o estado de autonomia. Faz-se necessário cultivar experiências que incentivam o pensamento crítico, a tomada de decisão e a responsabilidade e apoiem um amadurecimento progressivo da autonomia que se dá, segundo o autor, no "vir a ser".

A figura 3 a seguir representa essa transição, destacando as diferentes formas de participação dos alunos e o papel do professor em cada estágio.

Figura 3 - Abordagem progressiva de autonomia.



Fonte: Markham, Larmer e Ravitz (2008).

A partir de tal raciocínio, o primeiro estágio do processo foi direcionado a inserir os educandos em uma experiência de projetos, visando mobilizar uma postura mais autônoma, questionadora, atitudinal e do fazer (*maker*), elaborando ideias e transferindo-as ao plano prático, valendo-se essencialmente da ludicidade e de aplicações contextuais ao universo infantil.

Considerando que, mesmo diante de uma nova ideologia educacional, o *PBL* não descarta a convergência às estruturas curriculares, optou-se por selecionar um conteúdo previsto na grade curricular das turmas, com potencialidades de aplicação substancialmente práticas e concreta.

As atividades organizadas para o processo de consolidação de habilidades aconteceram no período de abril a junho de 2023 e estão sintetizadas sequencialmente no quadro 2.

Quadro 2 - Etapa 1: construção de habilidades *maker* e pensamento projetista

1	Atividade Lúdica de Introdução: Jogo envolvendo a representação de um circuito elétrico.

2	Exploração de Componentes Elétricos: análise de brinquedos com componentes elétricos
3	Observação sobre como a energia chega à escola e residências e distribuição na comunidade.
4	Montagem de circuito elétrico simples.
5	Produção e utilização de massinha elétrica para representação de circuitos.
6	Exibição e análise de vídeos da série “De Onde Vem” sobre energia elétrica.
7	Leitura e análise de história em quadrinhos do projeto “IMPACTA ODS” sobre energia limpa.
8	Relacionar eletricidade a questões sociais e ambientais, introduzindo os ODS.
9	Criação de brinquedos (protótipos) com sucata, integrando circuitos elétricos.
10	Reflexão sobre os brinquedos desenvolvidos, com justificativas e revisões de produção.

Fonte: próprio autor.

Após o que podemos chamar de pré-projeto, a implementação didática foi conduzida de maneira espiralada, ou seja, as etapas foram desenvolvidas de forma interdependente, onde os resultados e aprendizados de uma fase direcionavam a organização da etapa subsequente. Cada etapa evoluiu a partir da reflexão sobre as práticas (Thiollent, 1986), favorecendo um desenvolvimento progressivo e contínuo. Essa abordagem garantiu uma adaptação constante às necessidades dos alunos respeitando seu ritmo de aprendizagem, e permitindo a construção de um conhecimento que se retroalimenta, à medida que as etapas avançavam e novos insights surgiam.

A fim de organizar a relação entre as etapas aplicadas na fase empírica foi organizado o quadro 3, definindo ainda a duração de cada uma.

Quadro 3 - Resumo das etapas processuais do *CPbl*.

Etapa	Atividades	Duração
2ª Etapa: “Garimpo” do problema – leitura da realidade	1. Caminhada pela comunidade e visita ao espaço de artesanato sustentável local; 2. Reflexão sobre consumo e impacto ambiental; 3. Criar a história de uma HQ focada nos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), mais especificamente sobre consumo e produção responsável; 4. Leitura e discussão de reportagem sobre ODS no brasil; 5. Registro fotográfico dos problemas da comunidade; 6. Definição da pergunta disparadora "Quais problemas existem em nossa comunidade?";	Junho/ agosto-setembro

	7. Apresentação de Problemas Sociais e Ambientais de diferentes escalas.	
3ª etapa - pensando no problema e desenvolvendo soluções	1. Revisão e reflexão dos estágios perpassados – confirmação de propósitos; 2. Introdução aos três pilares da sustentabilidade: economia, sociedade e meio ambiente; a partir de problemas; 3. Episódio do desenho "Coiote e Papa-Léguas" para discutir a eficácia de ideias e a relevância do planejamento e análise; 4. Produção de narrativas – posicionamento "heroico" dos alunos na resolução de problemas; 5. Desenho ou esquema da solução idealizada na história, promovendo planejamento inicial e criatividade; 6. Socialização das criações, debate coletivo sobre causas e consequências dos problemas e avaliação das propostas; 7. Pesquisa em grupo sobre soluções já desenvolvidas para os problemas selecionados (descarte de lixo, qualidade da água); 8. Processo analítico com base no propósito do projeto, funcionamento e sustentabilidade.	Outubro a Dezembro
4ª etapa – prototipagem	1. Formação de equipes para a prototipagem de soluções; 2. Disponibilização de materiais diversos; 3. Perguntas de processo como "Por que você escolheu esse material?" e "Qual função dessa peça?" para a reflexão crítica sobre as escolhas definidas; 4. Estímulo a reavaliação e aprimoramento contínuos.	Dezembro
5ª etapa (final) – transbordamento social	1. Indagação se lixeiras observadas localmente são consequência do projeto educativo da turma; 2. Sondagem de uma oportunidade concreta de intervenção a partir do projeto escolar a partir do agenciamento de parceria comunitária; 3. Visita da moradora à escola para diálogo com os alunos; 4. Redefinição do problema e aprimoramento da solução: adaptação do protótipo para atender à demanda comunitária real; 5. *Brainstorming* individual e coletivo – traçando características;	Julho-Dezembro de 2024

	6. Estratégias de desenho para planejamento técnico; 7. Jogo: conhecendo materiais e suas propriedades; 8. Prototipagem e testes; 9. Construção física do coletor projetado. 10. Instalação do coletor na comunidade local.	

Fonte: próprio autor.

Essa estrutura retroalimentada com base na realidade local, almejou atingir transformações nas ações dos estudantes como sujeitos capazes de promover uma consequente mudança em seu meio comunitário. Thiollent (1986) sinaliza de forma crítica o alcance das transformações propostas por pesquisas com esse propósito, destacando a necessidade de se entender as limitações e o contexto em que tais transformações ocorrem.

4.5 - Coleta e análise de dados

A inserção da autora em sala de aula como regente da turma delineia um perfil de observação participante pautado na interação com os alunos e registro dos comportamentos, dificuldades, interações e reflexões no decorrer das atividades, aspectos que podem não ser evidentes apenas por meio de questionários ou entrevistas. Para Ludke e André (2018) a estratégia de observação participante agrega um conjunto de técnicas que demandam alto grau de envolvimento do pesquisador com o objeto de estudo.

Segundo os autores, esse grau de imersão ajuda o observador a identificar e diferenciar situações que podem confirmar ou desafiar suas hipóteses iniciais, conjecturando descobertas ao confrontar evidências positivas e negativas. Sinalizam ainda que essas evidências, confrontadas com as teorias existentes, minimizam o grau de inferência subjetiva da observação participante. Para tal processo analítico fez-se pertinente o uso de diários de campo e gravações em áudio feitas no celular e transcritas com o objetivo de identificar de maneira mais detalhada, falas e interações relevantes à pesquisa. Para favorecer esse processo, foi utilizada a ferramenta digital de transcrição *Turbo Scribe*.

O desenvolvimento didático do *CPbL* originou documentos e artefatos produzidos durante as atividades, como projetos escritos, esquemas, protótipos, pesquisas e fichas reflexivas. Os processos de produção desses materiais também passaram por registros

fotográficos com propósito de levantar evidências observacionais. Todos esses produtos passaram por uma análise de conteúdo a fim de verificar como os alunos progrediram e atuaram no desenvolvimento do projeto. Para Bardin (1977) esse processo analítico é pautado em procedimentos sistemáticos que buscam entender as condições de produção do conteúdo, extraindo fatores subjacentes a partir de um trabalho de inferência. Desse modo, a análise de conteúdo permite observar não só o que os estudantes expressam ou produzem, mas também o que suas falas revelam sobre suas percepções, valores, hábitos e o impacto do projeto em sua construção como agente social.

Nesse sentido, a análise de conteúdo se alinha com a visão freireana ao permitir uma análise profunda das interações e produções, dando voz aos alunos, plenamente ativos no processo, e permitindo ao pesquisador interpretar como refletem sobre o mundo ao seu redor e desenvolvem uma consciência crítico-transformadora.

Santos e Gehlen (2021), para explorar e identificar valores envolvidos em um processo educacional orientado por uma Investigação Temática freireana, projetaram um instrumento dialético-axiológico (quadro 4) fundamentado em uma análise centrada na relação entre sujeito e mundo, permitindo uma visão das contradições sociais e dos valores individuais e coletivos.

Quadro 4 - Instrumento dialético-axiológico.

Relação sujeito-mundo				
Descrição dos aspectos históricos, políticos, materiais e sociais relacionados ao contexto existencial dos sujeitos que participam das conversas informais na etapa de Levantamento Preliminar.				
Tese 1	**Sujeito 1**	**Situação valorada pelo sujeito 1**	**Juízo de valor do sujeito 1**	**Situação-limite do sujeito 1**
	Caracterização do indivíduo que está imerso na localidade foco da Investigação Temática.	Transcrição da fala significativa do sujeito 1 que represente uma situação que envolva a coletividade.	Valoração realizada pelo sujeito 1 em relação à situação mencionada na seção anterior.	Limitações explicativas do sujeito 1 sobre as contradições sociais existentes na realidade da comunidade a qual faz parte.
	Síntese axiológica 1			
	Descrição dos valores e/ou desvalores envolvidos na relação do sujeito 1 com uma situação vivenciada pela comunidade.			
Tese 2	**Sujeito 2**	**Situação valorada pelo sujeito 2**	**Juízo de valor do sujeito 2**	**Situação-limite do sujeito 2**
	O sujeito 2 também é um indivíduo que está imerso na localidade foco da Investigação Temática.	Transcrição da fala significativa do sujeito 2 referente à mesma situação coletiva indicada pelo sujeito 1.	Valores e/ou desvalores atribuídos pelo sujeito 2 em relação à situação mencionada na seção anterior.	Limitações na compreensão do sujeito 2 sobre as contradições sociais na comunidade em que vive.
	Síntese axiológica 2			
	Descrição dos valores e/ou desvalores emergidos do discurso do sujeito 2 ao pronunciar sua compreensão sobre uma situação vivenciada pela comunidade. É importante destacar que a quantidade de Teses depende da quantidade de sujeitos que participam dos diálogos no Levantamento Preliminar, em que se referem a uma situação em comum.			
Tensões axiológicas				
Organização dos discursos de todos os sujeitos axiológicos, que vivem na mesma comunidade, com base nos diferentes sistemas de valores que cada indivíduo possui, possibilitando uma compreensão dos níveis e dimensões do real.				
Síntese axiológica geral				
Nesse momento, os desvalores identificados podem indicar uma compreensão coletiva sobre o que a comunidade entende por situação problemática e os valores podem indicar as limitações da comunidade em relação à compreensão das contradições sociais existentes na localidade.				

Fonte: Santos e Gehlen (2021, pág. 10)

Diante da ferramenta projetada, os autores consideram que

> a dimensão axiológica se revela fundamental para a compreensão de como a comunidade local entende os problemas que existem na localidade em que vivem, para o desenvolvimento coletivo de possíveis alternativas a esses problemas, na desmistificação da neutralidade e imparcialidade científico-tecnológica e na cultura de participação envolvendo educandos, educadores, pesquisadores e comunidade. (Santos e Gehlen, 2021, pág. 3)

Desse modo, a essência desse instrumento elaborado na pesquisa mostra-se relevante ao fornecer uma estrutura para examinar como os alunos interpretam e se relacionam com a realidade social em que atuam. Essa análise contribui para identificar como o projeto promove uma compreensão crítica e coletiva sobre problemas locais e possibilita o avanço na construção de soluções sustentáveis. A questão valorativa pode ser diretamente associada a capacidade crítica, já que esta, segundo Dewey (2023), está

ligada a concepção de propósitos e subsequentes estratégias para atingimento destes, permeando processos analíticos.

Além disso, tomando por princípio a realidade como base do processo educativo, uma análise de conteúdo axiológica pode desvelar a dinâmica contextual entre Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS) uma vez que "o desenvolvimento dos projetos necessita tanto dos conhecimentos científicos e tecnológicos para solucionar os problemas na comunidade quanto da compreensão histórica, social, política e econômica que os originam" (Santos e Gehlen, 2021, pág. 15).

Assim, usufruiu-se da essência desse instrumento axiológico buscando agregar uma compreensão mais rica da relação escolar e comunitária em termos dos reflexos no desenvolvimento de habilidades e competências integrais que influenciem na relação dos estudantes com o meio. Distingue-se a aplicação analítica, sem seguir diretamente o modelo expresso, enfatizando a compreensão de como os alunos concebem sua participação social, aspectos (valorativos) que influenciam o entendimento sobre a realidade comunitária e os impactos transformadores em termos atitudinais com a experiência do projeto.

Tal processo possibilita caminhos para entender a progressão em termos do senso de responsabilidade comunitária no exercício de uma cidadania ativa e transformadora, diante de uma educação ambiental ativa. Esta pesquisa apoia-se na ideia de que o protagonismo infantil revela um grande potencial nesse processo de mudança social. Os desafios que impactam a sociedade demandam ações eficientes que precisam ser desenvolvidas e modeladas no processo de desenvolvimento dos indivíduos. Pensar na criança como cidadã é projetar uma educação direcionadora de experiências basilares em termos do engajamento social, incorporando comportamentos e valores éticos e sustentáveis que, por um *continuum* experiencial (Dewey, 2023), frutifiquem em práticas futuras de transformação social.

Essa formação resgata uma escola voltada à comunidade/realidade, bem como o papel da educação na promoção de uma capacitação íntegra e que permita ao indivíduo ser sujeito de seu meio e de suas experiências, tornando-se mais capaz de interagir com o mundo de forma transformadora (Freire, 1987, 2021) reelaborando suas experiências e conhecimentos no processo (Dewey, 2023). A concepção educativa *CPbL* mostra-se

promissora no direcionamento do ensino a esses ideais. Mas faz-se preciso investigar seus desdobramentos práticos bem como esta pesquisa destina-se a fazer.

4.6 – Questões éticas

A presente pesquisa teve os aspectos éticos avaliados pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), sendo aprovada na Plataforma Brasil sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética número 85358424.0.0000.9047 e parecer favorável número 7.477.318.

A investigação baseia-se na ideia de que a educação transcende o espaço escolar, conectando diversos atores sociais em uma rede de produção de conhecimento e intervenção comunitária.

No que tange às considerações éticas, todos os dados de identificação dos alunos foram mantidos em sigilo, garantindo a privacidade e o anonimato dos participantes. Ainda que houvesse o respaldo de autorização de uso de imagem, houve especial cuidado em preservar a identidade dos mesmos, especialmente por se tratar de crianças. Para isso, foi adotada a estratégia de desfoque nos rostos nas fotografias utilizadas na pesquisa.

Os resultados obtidos na pesquisa foram utilizados exclusivamente para alcançar os objetivos do estudo, incluindo sua publicação. Além disso, o envolvimento nas propostas era facultativo aos alunos que não desejassem participar, sem que houvesse qualquer ônus educacional decorrente dessa decisão. A aplicação empírica contou com a anuência da direção da instituição onde foi realizada a coleta dos dados (APÊNDICE I), e a gestão acompanhou todo processo.

4.7 – Sistema de identificação analítica impessoal

Com objetivo de organizar os dados para consulta e análise sem identificar os participantes da pesquisa, os alunos foram referenciados letra “A” seguida da letra inicial do nome do aluno, formando o sistema “A(letra inicial do aluno)” em letras maiúsculas. Diante da repetição de letras iniciais de alunos, foram acrescidos números ao lado das letras iniciais. Esse formato foi escolhido por ser um sistema favorável no cruzamento de falas das gravações.

5. Etapas de projeto – Experiência prática *CPbL*

5.1 - 1ª etapa – Consolidando habilidades *maker*

Conforme já discutido, o projeto foi introduzido visando ampliar gradualmente a autonomia e condução dos alunos. Diante do propósito de levá-los a uma primeira experiência *PBL*, foi seguido um planejamento mais controlado no sentido em termos das produções e ações, porém sem perder a essência das atividades *PBL*. O tema foi então inicialmente definido pela professora a partir da escolha de um conteúdo curricular proposto ao 5º ano pela BNCC, sendo ele, eletricidade.

Procurando resgatar o universo lúdico infantil, o primeiro contato com a temática deu-se através de um jogo envolvendo, de modo representativo, o conceito e estrutura de um circuito elétrico por onde se transmite uma "corrente elétrica". Em um círculo no qual estavam de costas para o centro, um participante foi responsável por passar a "corrente", representada por um sinal transmitido aos demais por pulsos nas mãos (ex.: dois apertos; pressão longa; duas curtas; arrastar o dedo na palma...). Foi desenvolvida uma análise da brincadeira, verificando se os sinais se alteraram no caminho, as causas dessas mudanças, se houveram interrupções e como aconteceram, entre outras situações. Foram levantadas possibilidades de novas configurações para transmissão das mensagens, avaliando as condições que viabilizavam a geração e recepção da mensagem de um ponto a outro em um certo sistema, ressaltando a importância de voltar ao gerador para fechamento do ciclo.

Em um momento prévio, foi solicitado também que trouxessem algum brinquedo que apresentasse algum componente elétrico. Foram explorados os sentidos simbólicos em torno dos objetos, bem como levantadas hipóteses sobre como funcionavam e como se relacionavam com a brincadeira.

A partir desse momento, foi direcionada a reflexão de que brincaram com algo muito importante no cotidiano das pessoas, muito usado em diversas atividades e que inclusive é a responsável pelo funcionamento dos brinquedos trazidos: eletricidade. Foi estabelecido um diálogo levantando questões como: "Como seria seu dia a dia sem energia elétrica? E se ela não existisse? O que acontece quando acaba a luz na casa de vocês? Quando geralmente falta luz? Qual sua importância? Como é o gasto em sua casa?

De onde essa energia vem? Como chega a nossas casas? Será que todas as pessoas têm acesso a energia?; buscando levantar os conhecimentos prévios dos educandos em torno de diferentes nuances que permeiam o conteúdo, incluindo aspectos sociais.

A fim de estabelecer correlações entre aspectos teóricos do conteúdo com a experiência lúdica vivenciada, foi desenvolvida uma explicação mais direta e expositiva sobre cargas elétricas, corrente elétrica, circuitos e seus elementos.

Buscando agregar um olhar perceptivo da aplicação do conteúdo na realidade, conduziu-se uma atividade de observação sobre como a energia chegava à escola. Com isso, identificaram que tomadas e lâmpadas estavam ligadas a um relógio de luz conectado a uma rede de distribuição de energia, advinda de alguma fonte geradora. Também reconheceram uma fonte de geração sustentável de energia presente na comunidade: painéis solares. Foi solicitado que os alunos desenhassem a casa deles e como a energia elétrica chegava até ela, o que levava à representação de algum uso de energia na residência.

Em um momento seguinte, partiu-se para uma experimentação, na qual montaram um circuito simples utilizando *led*, bateria e papel alumínio, explorando conceitos de materiais condutores e isolantes e a correlação com a estrutura das fiações, determinando o gerador, a resistência e o condutor. Então, indagou-se se poderia ser conectado o desenho com o circuito desenvolvido, motivando a questão: “E se nossa casinha realmente puder receber luz?”

Para envolver as crianças num processo ainda mais “mão na massa”, fez-se uma massinha elétrica caseira a partir da mistura, de trigo, vinagre, óleo, sal e amido de milho. Durante o processo de fabricação da massinha, os alunos, de forma autônoma, criaram uma estratégia funcional de coloração do material utilizando caneta hidrográfica.

Com as massinhas, circuitos utilizando pilhas e *leds* foram montados de modo a representar a chegada de energia elétrica na residência desenhada através das redes de distribuição. Foi uma oportunidade de aplicar de forma mais concreta, os conhecimentos trabalhados até o momento.

Freire (2021) associa o desenvolvimento da curiosidade como primordial para a constituição do senso crítico. O desejo de entender os fatos que nos cercam é que moldam nosso entendimento sobre o mundo e influem em nossas ações. O autor também coloca a curiosidade como passível de exercício, incitando a “capacidade de indagar, de comparar,

de duvidar de aferir" na direção de pensamentos mais autônomos e sensatos. No contexto do *CPbL*, a indagação mobiliza o processo de investigação e reflexão em torno do problema, revelando seus variados nuances. Ela direciona a uma identidade investigativa, bem como motiva nos estudantes um processo mais proativo e independente, de modo que construam suas próprias perguntas e busquem caminhos para encontrar as respectivas respostas. Nesse processo, o aprendizado é arquitetado de modo mais significativo.

Para incitar a capacidade indagativa e reflexiva, foram apresentados vídeos com temáticas que abordassem a temática da energia elétrica de forma contextual à realidade. Os materiais selecionados também fazem parte de uma coleção de vídeos da série "De Onde Vem"[4], cuja personagem principal é Kika, uma criança que tem muitas curiosidades sobre o mundo à sua volta. Ela levanta questionamentos e interage com outros personagens através de perguntas e respostas, valendo-se de uma linguagem simples, objetiva e didática ao público infantil. Dessa forma, a identificação dos alunos com o conteúdo seria favorecida, estimulando mais o interesse pelo assunto e, consequentemente, sua compreensão.

Os tópicos abordados nos vídeos foram discutidos e retomados, sendo solicitada a tarefa de completar uma ficha de questões sobre o que assistiram. As temáticas envolvidas foram: a importância da energia elétrica e suas aplicações no cotidiano; como é a produção e distribuição de energia e por que devemos poupá-la; como a eletricidade se mostra na natureza em fenômenos como raios; os cuidados a serem tomados para garantir a segurança em casos de tempestades e a relação entre os fenômenos e os circuitos elétricos.

Ainda buscando inserir os alunos em um processo de análise teórica e reflexão de ideias, seguiu-se com a leitura de uma história em quadrinhos (HQ) do projeto "IMPACTA ODS", "idealizado pela Aldeias Infantis SOS em parceria com o Instituto Mauricio de Sousa com o objetivo de disseminar a temática dos ODS entre crianças, adolescentes e jovens."[5] A proposta foi pautada na abordagem dos ODS, norteadores em termos de propostas aos problemas sociais e ambientais mundiais, a partir de uma

[4] Os vídeos utilizados foram: "De Onde Vem a Energia Elétrica? #Episódio 3" (Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=8ti6FtlvMoc. Acessado em: abril de 2023) e "De Onde Vem o Raio e o Trovão? #Episódio 20" (Disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=EjlNfH5z08w&t=10s. Acessado em: maio de 2023)

[5] Fonte: Impacta ODS – Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://impactaods.org.br/>.

narrativa de fácil identificação para as crianças, além do suporte visual que favorece o entendimento.

O gibi utilizado[6] foi correspondente ao ODS 7 – Energia limpa e acessível, acordando com a temática trabalhada. Considerando a relevância dos ODS nos esforços de transformarmos nossas ações sobre o planeta a fim de reduzir os impactos causados e caminhar para uma sociedade mais sustentável, esse contato inicial com as propostas servirá como base para futuras análises no projeto. Na HQ foram abordadas as correlações entre as formas de geração de energia e os impactos ambientais provocados por elas, bem como sugere alternativas de solução e atitudes sociais que devem ser consideradas na minimização dos problemas.

Considerando a importância da imersão em uma experiência de aplicação prática do conhecimento, bem como de integração de diferentes habilidades intelectuais, motoras, técnicas e sociais, foi realizado uma espécie de ensaio de projeto. Esse processo foi primordial para observar o desempenho dos alunos, bem como mensurar dificuldades de implementação e condução, de modo a identificar caminhos para supri-las buscando aperfeiçoar o próximo estágio de desenvolvimento do *CPbL*.

A proposta consistia em criar um brinquedo utilizando sucata e outros materiais fornecidos. Para integrar o aprendizado teórico desenvolvido ao longo do projeto, o brinquedo deveria incluir um elemento de iluminação, exigindo assim a construção de um circuito elétrico. Deste modo, seriam integradas Ciência e Tecnologia permeando a engenharia de um brinquedo, objeto representativo do universo lúdico infantil. Para isso, se faria necessário pensar na funcionalidade e *design* do brinquedo, significando perpassar os estágios de planejamento, criação e análise do produto final, semelhante às etapas de elaboração de soluções em um *PBL*. Para o planejamento, foi solicitada a produção de um desenho de como imaginam o próprio brinquedo, quais características ele teria, como representar suas funcionalidades e quais materiais seriam utilizados em sua produção. Cada aluno apresentou suas propostas para turma, descrevendo suas ideias e especificando a tipologia dos brinquedos.

Em seguida, os estudantes foram direcionados a ação *maker* de desenvolver os protótipos modelando os brinquedos manualmente e da maneira mais autônoma possível

[6] Acesso público pelo site Impacta ODS – Desenvolvimento Sustentável. Disponível em: <https://impactaods.org.br/>.

conforme as habilidades e interesses de construção. No decorrer do processo, foram assistenciados e supervisionados, contando com orientação contínua para o acompanhamento dos próprios planejamentos e transição ao plano tangível, conforme ilustrado na figura 3. Esse acompanhamento buscou assegurar um processo de construção seguro em termos da manipulação de determinados instrumentos/ferramentas que poderiam oferecer risco às crianças. Também foi relevante para apresentar feedbacks e sugestões como possibilidades de melhorias nos brinquedos em produção e garantir o pleno funcionamento do circuito, visando trazer uma perspectiva de que refletindo em torno do que já foi concretizado, é possível aprimorar e atingir melhores resultados.

Foto 3 - Processo de prototipagem do brinquedo a partir do planejamento e assistência docente.



Fonte: próprio autor.

Ainda nessa perspectiva de reflexão e refinamento de projeto, a etapa de consolidação de habilidades culminou em um processo crítico-reflexivo em torno dos produtos de projeto (foto 4). Notando a padronização em termos da tipologia dos brinquedos, considerou-se relevante despertar a reflexão de que toda criação ou projeto possuem uma fundamentação e propósitos que conferem sentido/significado ao produto final. Desse modo, os alunos responderam uma ficha de questões através da qual precisaram justificar o desenvolvimento de seu brinquedo, explicitando o que os impulsionou a idealizar seus projetos. Essa ficha foi também utilizada para sistematizar uma revisão de produção, motivando questionamentos como: “O que funcionou? O que não? Por quê? O que faltou para o brinquedo ficar ainda melhor?”. Depois, as fichas foram discutidas coletivamente.

Foto 4 - Análise das prototipagens.



Fonte: próprio autor.

5.2 - 2ª etapa – "Garimpo" do problema – leitura da realidade (Freire)

Partindo do princípio essencial do *CPbL*, a problematização da realidade, e refletindo a percepção de Freire (2021), de que a educação transformadora capacita os indivíduos a entenderem e transformarem sua realidade a partir de uma leitura de mundo crítica e perspicaz, o segundo estágio do projeto foi direcionado à experiência de envolvimento com a realidade comunitária. Esse reconhecimento problematizador, modelando uma releitura do contexto, é que mobiliza uma postura de transformação ao invés da de acomodação, gerada como forma de resistência a determinadas condições sociais, como de vulnerabilidade (Freire, 2021).

A capacidade perceptiva precede a leitura de mundo. Mirando desenvolver a consciência crítico-contextual através do olhar analítico-reflexivo para atingir novos níveis de compreensão em torno da própria realidade, a primeira atividade do segundo estágio consistiu em uma caminhada pela comunidade onde a escola é situada. A caminhada permite um contato direto com o ambiente comunitário e, consequentemente, com as condições que permeiam a realidade local em termos de infraestrutura, espaços, atividades e interações comunitárias. Lorenzetti e Delizoicov (2001, pág. 55) reforçam essa ideia afirmando que "através das saídas a campo, os alunos estarão realizando observações diretas, contribuindo para a alfabetização científica, na medida em que permitem, de modo sistemático, mediar o uso dos conhecimentos para melhor compreender as situações reais".

Não houve direcionamento prévio em termos de atividades durante a caminhada. A única orientação é de que deveriam apresentar o local aos professores, orientadores desta pesquisa, que estavam visitando a comunidade pela primeira vez. O objetivo era a

prática de uma observação autônoma a fim de, em próxima etapa de discussão de perspectivas, obter a leitura individual dos alunos com base em suas experiências prévias. Seria possível identificar aspectos que são normalizados e incômodos na percepção das crianças, favorecendo a identificação de problemas ou, ao menos, contato com eles.

O destino foi um espaço de artesanato sustentável situado na localidade. Lá, tiveram oportunidade de ter contato com experiências de fabricação artesanal manufaturada, com práticas de reutilização e reaproveitamento de uma diversidade de resíduos gerados na própria comunidade.

A partir das percepções obtidas durante a caminhada, as crianças foram estimuladas a refletirem sobre como as ações cotidianas da comunidade afetam o meio ambiente. O contato com a oficina de artesanato, parcialmente representada na foto 5, possibilitou a observação, diretamente da comunidade, de práticas de produção manual com diversos materiais e técnicas sustentáveis e ecológicas.

Foto 5 - Espaço visitado na caminhada.



Fonte: próprio autor.

Para então conectar a teoria em torno dos ODS's com o processo de observação prática, foi proposta a atividade de completar a história em quadrinhos do projeto impacta ODS, focando no objetivo voltado ao consumo e produção responsáveis. A história original foi intencionalmente descontinuada, terminando com uma pergunta da personagem sobre como podemos atingir a preservação dos recursos naturais. A tarefa consistiu em completar essa história visando responder à questão. Para isso, a parte inicial foi lida coletivamente e discutida, a fim de fornecer um suporte para produção das histórias.

Através da história, os alunos teriam oportunidade de sistematizar suas contribuições de ideias e soluções com base em conhecimentos que já possuem sobre consumo e impacto ambiental, preservação de recursos naturais e os novos aprendizados

obtidos durante a caminhada e visitação. A produção da continuidade da história no formato de quadrinhos, foi dividida em etapas, buscando tanto fazê-los entender que os projetos práticos costumam ser estruturados por fases sequenciais, quanto obter um produto mais aprimorado em termos da qualidade de reflexão e de ação prática. Desta forma, as etapas consistiram no: planejamento do conteúdo e personagens; escrita do texto dialogado da história; planejamento da organização dos quadrinhos, cenários e técnicas de ilustração e escrita; produção final.

Para contextualizar a leitura e apresentação das HQ's produzidas como conclusão da história, iniciou-se com uma retomada sobre como a história original foi iniciada e a temática envolvida, resgatando as lembranças e entendimento dos alunos. A partir do exemplo presente na própria HQ, foi introduzido o conceito de sustentabilidade explorando os impactos negativos da relação insustentável entre a humanidade e o planeta em função da exploração de seus recursos. Refletiu-se, nesse processo, acerca de como os elementos presentes em nosso cotidiano são provenientes de recursos naturais, transformados para atender nossas necessidades.

Buscando promover a correlação entre a discussão e a produção desenvolvida, foi esclarecido que, ao responderem à pergunta da personagem quanto a como preservar os recursos naturais, estavam propondo atitudes consideradas como medidas sustentáveis, refletindo em práticas que mantenham a possibilidade de abastecer as necessidades atuais sem deixar não comprometendo a disponibilidade de recursos às necessidades futuras. E mais do que isso não apenas deixar recursos disponíveis para o futuro, mas desenvolver meios e estratégias para que esses recursos tenham usos diferentes sem grandes impactos naturais (Kuhlman e Farrington, 2010). Após a apresentação de cada uma das produções, questionou-se as razões da escolha de abordar cada problema.

Após a finalização das histórias, foram apresentados os títulos das demais HQ's do projeto, cada uma direcionada a um ODS, levando o grupo a tomar conhecimento sobre esse conjunto de metas que funcionam como um guia ético mundial na melhoria da qualidade de vida social e ambiental. Para demonstrar como essas diretrizes estão sendo implementadas no Brasil, realizou-se a leitura de uma reportagem [7] abordando resultados

[7] Carlos Madeiro: 71% das cidades do país têm baixo desenvolvimento sustentável, diz pesquisa. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/colunas/carlos-madeiro/2023/08/06/saude-educacao-fome-71-das-cidades-no-pais-tem-baixo-desenvolvimento.htm>. Acesso em: 20 outubro. 2023.

de uma pesquisa em torno dos índices de desenvolvimento sustentável nas regiões brasileiras. Essa atividade permitiu o contato com uma abordagem concreta sobre a relevância social dos ODS's e os correlacionaram aos diversos problemas sociais que assolam o país.

A partir das exemplificações apresentadas na reportagem, ao questionar aos alunos sobre quais problemas sociais existiam na comunidade onde moram e estudam, foi possível perceber que, mesmo apresentando noções gerais de problemas ambientais, conforme representaram nas HQ's, ainda não conseguiam citar problemas da localidade. Notando essa dificuldade, foi montada uma sequência de slides com representações de problemas de vários níveis.

Para estabelecer uma conexão com a etapa de consolidação de habilidades, foi iniciada uma apresentação de problemáticas relacionadas à eletricidade. Gradualmente, foram sendo exemplificados outros problemas sociais de esferas diferentes, discutindo-se suas causas e consequências. Foi proposta a questão disparadora "Quais problemas existem em nossa comunidade?" apoiada em uma atividade de registro fotográfico. O objetivo era capturar, pelo olhar das crianças, as problemáticas presentes no contexto da comunidade e perceber o nível de reconhecimento de tais problemas. As fotografias foram reunidas e apresentadas em coletivo, para que todos tomassem conhecimento dos registros dos colegas. Cada um precisou explicar seu registro, contextualizando as representações.

5.3 - 3ª etapa - pensando no problema e desenvolvendo soluções

A fim de introduzir a etapa voltada a projetar soluções aos problemas, foi feita uma retrospectiva do que foi desenvolvido até o estágio atual. O objetivo também foi de perceber o nível de compreensão das crianças em torno do que estavam desenvolvendo até então, se eles captaram o sentido de cada atividade realizada. Esse processo também corrobora para uma percepção mais holística de processo, levando-os a reconhecer as ligações e objetivos de cada etapa perpassada. Markham, Larmer e Ravitz (2008), afirmam que um processo de aprendizagem desconexo dificulta a aplicação do

conhecimento, sendo “importante que os alunos desenvolvam uma ideia [...] de todo o terreno” (Markham, Larmer e Ravitz, 2008, pág. 34) para que compreendam o propósito do que estão desenvolvendo. Ao educador, saber o quanto foi consolidado do processo, permite atuar em questões mais específicas que demandem melhor esclarecimento.

Retomada a discussão sobre a exploração dos recursos naturais, as reflexões em torno dos problemas e as propostas iniciais de atitudes visando melhorias ao ambiente, questionou-se sobre a viabilidade de solução com a questão disparadora “É possível resolver esses problemas?”. Estabeleceu-se, então, uma comparação entre um problema e um jogo, a fim de trazer à tona as múltiplas perspectivas que se faz necessário identificar para resolver um problema, sendo um processo de alta complexidade. A analogia buscava simplificar e criar uma relação com lúdico, visando melhor apreensão pelas crianças. Também visava estabelecer a relação de que os jogos demandam habilidades e tomadas de decisão, exigindo dos jogadores a criação de estratégias para vencer ou cumprir as missões do jogo, da mesma forma que é preciso atuar para solucionar problemas reais.

Para melhor contextualizar a discussão sobre os problemas e como eles impactam na vida e atividades humanas da mesma forma que estas refletem na intensificação de diversos problemas, foi posta em discussão a temática da onda de calor que atingiu o Brasil em novembro de 2023. Esse tema, além de relevante, era atual no período de aplicação do projeto. Foi apresentada uma reportagem em vídeo, cujo título era "Ondas de calor mais frequentes e intensas são a nova realidade do clima brasileiro”[8], sendo também trabalhada a estrutura do gênero de comunicação.

A partir da reportagem, as inúmeras causas e consequências do desequilíbrio climático foram debatidas, destacando que os problemas sociais e ambientais estão relacionados. O que impacta o ambiente, afeta diretamente a qualidade de vida das pessoas e suas atividades, incluindo questões econômicas. A ideia era interrelacionar, de forma introdutória, os três pilares da sustentabilidade: economia, sociedade e meio ambiente.

Durante as discussões, questionou-se sobre qual postura seria mais adequada diante do reconhecimento de um problema: aceitar essas condições de forma passiva ou buscar transformar esse cenário, ainda que pareça de difícil solução. O propósito era

[8] Por Jornal Nacional - 15/11/2023. Disponível em: https://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2023/11/15/ondas-de-calor-mais-frequentes-e-intensas-sao-a-nova-realidade-do-clima-brasileiro.ghtml . Acessado em: 17/11/2023.

reconhecerem que, sem uma postura ativa de mudança, o problema tende a piorar, sendo necessário pensar em novas estratégias que, mesmo que pareçam de pouco impacto, somatizadas, contribuem para minimizar a degradação ambiental. Foram levantadas, então, as propostas e estratégias de solução apresentadas na reportagem exibida, buscando mitigar os efeitos das ondas de calor e, numa perspectiva futura, reduzir sua incidência, reforçando a responsabilidade das ações humanas no ambiente.

Procurando integrar os processos desenvolvidos, desde a identificação e compreensão dos desafios sociais e ambientais em escala global, a criação dos ODS's e a ligação com as atitudes humanas, a importância da sustentabilidade e o reconhecimento de problemas reais da comunidade em que vivem, avançou-se para o estágio de posicionar os alunos como criadores de soluções. A partir de todo entendimento crítico construído, visando a percepção de que as ações individuais e coletivas podem fazer a diferença em relação a transformar a realidade local, foi proposta a produção de uma história narrativa com o tema "Se eu pudesse solucionar problemas sociais e melhorar a qualidade de vida da minha comunidade e do meio ambiente, o que eu faria?". A ideia era que partissem de um problema concreto entre os observados por eles, refletir suas causas e consequências, e a partir dos conhecimentos consolidados, usando criatividade e inovação, se identificarem como autores de uma solução para uma problemática comunitária.

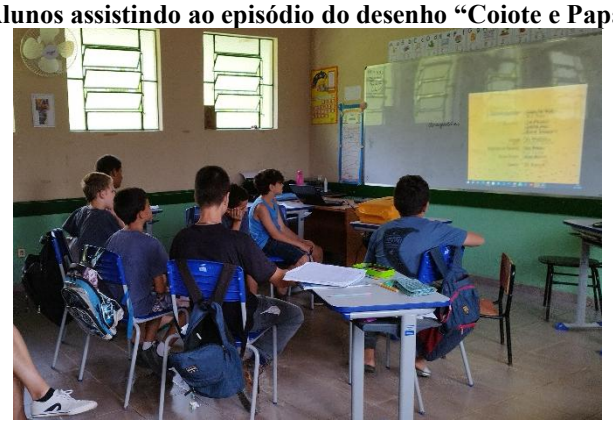
Reforçou-se a analogia do jogo, em que teriam que decidir qual problema iriam enfatizar e como iriam resolvê-lo diante dos desafios que ele traz. Correlacionando ao processo de idealização como desenvolvido na criação do brinquedo, também foi solicitado que desenhassem a solução em funcionamento, sendo um primeiro planejamento de criação.

As histórias e criações foram socializadas e debatidas diante das viabilidades e aspectos envolvidos nas propostas formuladas. Ou seja, cada ideia foi pensada coletivamente, sendo problematizados fatores que tornavam certas soluções inviáveis ou de difícil concretização e sobre quais nuances do problema elas se debruçavam, ou seja, se agiam mais na causa ou consequência, refletindo sobre a efetividade de resolução. O momento também foi oportuno para a habilidade de apresentação de ideias, de modo que foi necessária a construção de argumentos diante dos aspectos problematizados.

Para refletirem sobre a eficiência das soluções de maneira lúdica, divertida e com uma linguagem de fácil assimilação para as crianças, foi exibido um episódio do desenho

animado “Coiote e Papa-léguas”, baseado na criação de diversas estratégias pelo Coiote com objetivo de capturar o Papa-léguas como alimento. O cerne do desenho são as tentativas frustradas da personagem em sua missão, mesmo criando diferentes estratégias. A ideia era criar uma associação, a partir das falhas das invenções do Coiote, de que nem todas as ideias fantásticas e futuristas são efetivas ou aplicáveis, buscando delinear uma visão mais realista e prática do desenvolvimento de soluções (foto 6).

Foto 6 - Alunos assistindo ao episódio do desenho “Coiote e Papa-léguas".



Fonte: próprio autor.

Foi realizada uma análise coletiva das estratégias usadas pelo Coiote, verificando pontos fortes e fracos, os elementos usados, se houve planejamento antes de colocar a solução em prática, isto é, se a personagem pensou sobre ela, e o que poderia ser diferente caso houvesse uma análise prévia. Com isso, tiveram oportunidade de vivenciar uma avaliação de soluções e critérios que as tornam mais funcionais, objetivando a aplicação de tais conhecimentos em seus próprios projetos de solução.

Buscando uma melhor fundamentação na projeção de suas soluções, ampliando ainda mais os critérios de validação de ideias em termos de viabilidade e contextualização, a questão “Será que já existem propostas de solução para os problemas que identificamos?” foi levantada e discutida, sendo solicitada uma pesquisa de soluções já desenvolvidas e implementadas como respostas aos problemas selecionados. Para o desenvolvimento dessa tarefa, os alunos foram agrupados a partir do levantamento de problemáticas comuns em suas produções, sendo elas: o descarte do lixo e a água não tratada.

O contato com soluções reais ofereceria uma base de inspirações para o desenvolvimento dos projetos autorais a partir da adaptação, aperfeiçoamento ou combinação de ideias já existentes de acordo com o contexto comunitário. O objetivo era motivar a análise de propostas, observando fatores que as tornam eficazes e, com base

nas atividades estruturadoras vivenciadas, para serem capazes de projetar suas ideias e ações, constituindo por esse processo, de acordo com Dewey (2023), o propósito de construção.

Para refinar os desejos e ideias de solução, assim como a reflexão em torno do propósito dos brinquedos criados na fase inicial, foi orientado o preenchimento de uma ficha de reflexão em torno das propostas idealizadas. A ficha incluía as seguintes perguntas: “O que é a nossa solução? Como ela funciona? / Represente-a em desenho ou esquema. / Por que vamos fazê-la? / Como colocá-la em prática na realidade? / Ela é sustentável? Por quê?”; visando direcionar um processo analítico em torno da criação a ser desenvolvida com base em critérios de viabilidade, contextualização, eficácia e sustentabilidade. Esse plano de ação, fundamentado na definição de um propósito (Dewey, 2023), contribuiria para um estágio de prototipação mais estruturado.

5.4 - 4ª etapa – prototipagem

Com base em um planejamento dos detalhes operacionais da solução e de sua representação visual, avançou-se ao estágio de materialização, sendo recordado o processo realizado na etapa de construção do brinquedo, sendo, desta vez, realizado em pequenas equipes. Para ampliar a criatividade na composição das soluções e promover o trabalho com diferentes habilidades técnicas, foi disponibilizada uma variedade de recursos entre materiais escolares, sucatas, ferramentas e utensílios de artesanato e construção.

Diante da experiência da construção do brinquedo, para suprir de forma mais eficiente as demandas dos alunos e oferecer suporte adequado na supervisão e manuseio de determinadas ferramentas que pudessem oferecer risco à segurança das crianças, uma estagiária foi convidada a participar da etapa de prototipagem junto à pesquisadora e o orientador.

Durante o processo de construção, buscou-se consolidar uma reflexão crítica e apoiar os participantes na elaboração e execução de suas ideias. Assim, questionava-se frequentemente as escolhas e ações dos alunos com perguntas como: “Por que escolheu esse material?”; “Qual função dessa ‘peça’?”; “Como essa parte funciona?”, estimulando-os a refletir sobre suas decisões."

Retomou-se, assim, a atividade reflexiva que desenvolveram em torno de seus brinquedos no primeiro estágio, uma vez que, ao refletirem sobre seus produtos, são capazes de consolidar propósitos e desenvolver soluções eficazes diante do planejamento elaborado. Esse suporte também possibilita o aprimoramento contínuo da solução proposta a partir da reavaliação de certas ideias. Dessa forma, estimula-se a flexibilidade para adaptação de algo planejado diante de problemas ou falhas.

6. Resultados e discussões

A implementação prática do projeto constitui a etapa central da pesquisa empírica, na qual as estratégias planejadas foram aplicadas em contexto real, permitindo a observação direta dos fenômenos investigados em torno do *CPbL*. Essa fase viabilizou a coleta de dados essenciais para a análise da efetividade da abordagem adotada, bem como para a identificação dos desafios e potencialidades inerentes ao processo.

Cada subseção detalhará uma das etapas do projeto, descrevendo os procedimentos adotados, as atividades desenvolvidas e os resultados observados.

6.1 Análises – Etapa 1

Levando em consideração que o estágio inicial da aplicação didática se baseou na consolidação de habilidades e imersão inicial em uma experiência de projetos, as análises dessa etapa centraram-se principalmente nas observações desenvolvidas pela docente-pesquisadora, pautadas nos objetivos com tal etapa. Avaliou-se, principalmente, a relevância dessa fase na promoção de autonomia e mobilização de habilidades necessárias para um projeto *CPbL* melhor estruturado e orientado pelos alunos e o professor.

Para isso, buscou-se identificar a evolução de produção e comportamento/atuação dos participantes em cada estágio, conectando essa fase-teste ao projeto futuro com problemática real. Assumindo que esse desenvolvimento tem relação direta com o nível de engajamento no processo e que este influi também na qualidade das produções processuais, esse fator também foi avaliado. De um modo geral, a primeira etapa do projeto foi muito apreciada pelas crianças. Ao envolvê-las no processo a partir de um universo lúdico, o grau de envolvimento nas atividades foi intenso, sendo um fator relevante de engajamento do projeto *CPbL*. Logo, tais aspectos foram fator de análise quanto ao primeiro estágio.

Para iniciarem os projetos de construção dos protótipos de brinquedos, conduziu-se, inicialmente, um estágio de planejamento, sendo solicitada a criação de um desenho com base na observação dos materiais disponíveis para a construção dos mesmos. A orientação proposta foi que desenhassem como seria o brinquedo, quais seriam suas características e funcionalidades e que materiais utilizariam para representar cada uma.

No entanto foi possível identificar dificuldades na elaboração do planejamento e

na projeção visual concreta dos brinquedos. A falta de contato com a experiência de planejamento autêntico pode justificar a dificuldade em traduzir conceitos abstratos, as ideias de criação, em formas físicas. Assim, não relacionaram os recursos disponíveis às representações. Essa observação é coerente ao estágio em que se encontram as crianças, no qual começa a desenvolver a capacidade de compreender relações espaciais mais complexas, envolvendo conexões entre diferentes elementos - ligações interfigurais (Munari, 2010).

Outro indício dessa dificuldade, foi a falta de autenticidade na escolha das tipologias dos brinquedos. Os alunos acabaram por copiar a ideia de um dos colegas, estabelecendo um padrão de criação: todos fizeram um carrinho, conforme retratado na foto 7. Essa tendência evidencia uma indução no processo criativo, conduzido em termos práticos, mas pouco reflexivo, o que pode limitar a eficiência criativa em projetos com problemas reais. Isso sinaliza a necessidade de estratégias para quebrar essa indução ou que seja canalizada a um processo crítico.

Foto 7 - Brinquedos prototipados.



Fonte: próprio autor

Os desenhos pouco elaborados e instrutivos também resultaram em dificuldades na montagem. Como acabaram por representar carros e caminhões comuns, como se a instrução fosse “desenhe um carro”, os alunos mostraram-se perdidos na utilização dos materiais, construindo protótipos com problemas de estrutura e que não refletiam as funcionalidades almejadas. Esse cenário demandou envolvimento ativo da docente junto ao orientador, realizando intervenções para direcionar a execução dos projetos conforme as motivações manifestadas, favorecendo uma melhor compreensão do processo e a visualização do produto final.

Um comportamento observado foi o compartilhamento de técnicas de produção e estratégias para concretizar determinadas ideias. Muitos seguiram modos de fazer equivalentes pela observação do outro. Esse ponto sugere uma tendência natural à aprendizagem colaborativa como estratégia de superação das dificuldades encontradas. Por outro lado, relevante considerar o quanto essa estratégia reflete a baixa autonomia para resolução dos próprios problemas, inviabilizando a geração de novas estruturas para gerenciar suas ações individuais, reproduzindo passivamente a ação dos demais em vista de serem funcionais. Novamente, o aspecto indutor se revela presente.

Foi possível identificar alunos que assumem papéis mais autônomos, atuando como indutores do processo, e aqueles que tentem a seguir os métodos de seus colegas. Compreender essas dinâmicas foi relevante para conjecturar atividades que motivassem a valorização das ideias individuais a fim de maximizar o processo de colaboração em atividades futuras.

Considerando toda progressão das formas de apresentação do circuito elétrico, iniciando com um jogo no qual eles representavam a fiação condutora e os gestos a corrente, avançando para um experimento de montagem de circuito com diferentes materiais: *led*, bateria, papel alumínio, pilhas e massinha; e como são os circuitos residenciais a partir da observação e do vídeo sobre o tema; esperava-se uma fácil aplicação do aprendizado na construção do brinquedo.

Nas demais propostas, a estratégia de montagem e aplicação dos materiais foram mais conduzidas. Mas ao se depararem com o desafio de montar um circuito elétrico funcional no brinquedo, satisfazendo a característica que envolvesse iluminação, os alunos foram confrontados a refletir estratégias próprias para fazer isso. Nesse estágio, as expressões e manifestações de dúvidas e inquietações foram consideráveis, revelando uma barreira na tentativa de transpor os conceitos abstratos a um formato aplicável, ainda que a montagem de um circuito seguisse, processualmente, os mesmos princípios já trabalhados.

Mesmo comparando o aprendizado dos circuitos às etapas experimentais com massinha ou papel alumínio, e recordando todos os processos vivenciados, os alunos não relacionaram tais materiais com a funcionalidade condutora dos fios elétricos. Logo, ainda demonstraram inaptidão para consolidar autonomamente uma estratégia para criar o próprio circuito no brinquedo aplicando o que foi aprendido para atender determinado

propósito. Com apoio mais direcionado sobre a montagem do circuito, os brinquedos foram finalizados e os alunos apreciaram a funcionalidade adicionada do *led* (foto 8).

Foto 8 - Brinquedos com montagem do circuito elétrico.



Fonte: próprio autor.

As dificuldades ao lidar com a tarefa sem instruções específicas de como montar o circuito também reforçaram a necessidade de desenvolvimento da autonomia, aspecto já considerado pela pesquisadora ao planejar o estágio inicial. As crianças, em seu processo de desenvolvimento cognitivo/emocional, precisam ser incentivadas a criarem estratégias próprias diante de certas situações, promovendo sua autonomia e reformulando suas estruturas mentais para novas experiências (Munari, 2010).

6.2 Análises - etapa 2

6.2.1 Caminhada local

Considerando a atividade da caminhada (foto 9) direcionada à habilidade de percepção do ambiente, foi possível analisar a interatividade natural das crianças com o próprio espaço comunitário, avaliar a capacidade de reconhecer problemas e identificar a normalização de determinadas condições vigentes na comunidade.

Foto 9 - Caminhada pelo espaço comunitário.



Fonte: próprio autor.

Durante essa atividade, os alunos, espontaneamente, começaram a sinalizar o lixo jogado na estrada e tomaram a iniciativa de recolhê-lo, mesmo sem os instrumentos adequados, para descartá-lo corretamente na escola. Essa atitude revela a potencialidade da atividade na promoção da observação crítica do espaço, já que identificaram um problema e adotaram, à maneira deles, uma medida prática de solução.

A ação de recolher o lixo, mesmo sem o questionamento das razões do lixo estar descartado em local indevido, demonstrou uma consciência ambiental e um senso de responsabilidade com a preservação do espaço comunitário. Essa sensibilidade para com ascquestões ambientais foi assumida como promissora para transformar a visão de sustentabilidade mais intuitiva e basilar, evidenciada neste estágio, em uma compreensão mais profunda e crítica das causas dos problemas ambientais e como abordá-los de maneira sustentável. Freire (1987) enfatiza a importância da conscientização crítica como um passo essencial para a transformação social. Essa atividade pode ter sido um primeiro passo nesse sentido.

Outra importante interação foi a ingestão de água diretamente de uma nascente que cortava o trajeto como registrado na foto 10. Essa ação é um indicativo de que consideram os recursos naturais da comunidade, em especial a água que consomem, seguros e confiáveis, sem considerar potenciais riscos dessa prática à saúde. A água de nascente pode conter patógenos (bactérias, vírus, parasitas) causadores de doenças. Sem tratamento adequado, o consumo dessa água pode levar a problemas de saúde e, a depender da localização de determinadas nascentes, pode haver o risco de contaminação por poluentes químicos, como agrotóxicos de lavouras, comuns na região. A qualidade

insatisfatória foi comprovada em um teste realizado na água da própria instituição escolar, tendo por resultado a classificação como um recurso impróprio para o consumo.

Foto 10 - Aluno consumindo água da nascente durante caminhada.



Fonte: próprio autor.

A atitude pode indicar uma naturalização do problema da falta de tratamento de água na localidade, sugerindo que os alunos, e possivelmente a comunidade em geral, consideram essa prática normal e cotidiana. A reprodução desse comportamento pelas crianças pode estar relacionada a uma experiência rotineira, considerando o contexto em que as nascentes constituem a principal fonte de abastecimento de água, ou à falta de contato com casos de contaminação e desconhecimento dos riscos mediante a percepção de suposta pureza natural da água. Ou seja, o consumo de água das nascentes revela-se como um hábito internalizado, influenciado pelas condições sociais e históricas da comunidade que se mostra passiva a uma situação potencialmente prejudicial, sem questionar ou buscar soluções.

Foi perceptível que a ausência de instruções específicas permitiu a iniciativa autônoma e uma atuação de acordo as percepções e valores dos estudantes, aspecto essencial para o desenvolvimento de um pensamento crítico e independente. Dessa forma, essa etapa se mostrou boa precursora de um processo denominado “garimpo” de problemas, termo referente, no contexto do *CPbL*, à mobilização da comunidade no reconhecimento das questões e demandas locais.

6.2.2 Produção das HQ’s

A atividade subsequente com as histórias em quadrinhos do projeto “Impacta ODS” revelou aspectos importantes sobre o processo de aprendizagem e a abordagem aplicada na resolução de problemas e desenvolvimento de projetos. Foi observado que os alunos queriam desenvolver diretamente as HQ's, sem pensar em etapas para o processo de elaboração. Buscavam um produto final imediato. Esse comportamento sugere dificuldades em dividir uma tarefa complexa em partes menores, evidenciando uma falta de percepção do processo de desenvolvimento de um projeto executado em etapas como *brainstorming*, planejamento, rascunhos, análises e revisões antes de chegar ao produto final.

As lacunas relativas à habilidade de planejamento novamente se apresentaram, já que seguiram uma estratégia prática não estruturada com base em um plano. Desse modo, por diversas vezes, iniciavam suas histórias e manifestavam dificuldades em prosseguir ou demonstravam insatisfação com o que produziam, chegando a apagar várias vezes ou descartando algumas iniciativas.

Essas ações foram uma oportunidade para a pesquisadora enfatizar a importância do pensamento processual e das etapas de planejamento em projetos criativos. A atividade foi, então, reestruturada em etapas claras e bem definidas, com uma orientação mais progressiva em cada fase. Prosseguindo nessa configuração, a tarefa passou a ser mais fluida e a qualidade das produções apresentou-se gradativamente melhor. O acompanhamento e *feedbacks* contínuos ao longo do processo mostrou-se necessário para ajustes nas abordagens e melhor compreensão da importância de cada etapa.

A primeira etapa do planejamento da HQ consistiu no levantamento de ideias relacionadas à pergunta da personagem Mônica sobre como podemos preservar os recursos naturais de nosso planeta. Os alunos foram estimulados a pensar em atitudes voltadas à sustentabilidade e listá-las. A partir dessa reflexão, avançaram para o estágio de produção de um texto para constituir a parte verbal da história.

Resgatou-se de que maneira a escrita textual das HQ’s se distingue dos demais textos. Eles recordaram que “o texto fica em balõezinhos” e foram capazes de levantar um conhecimento que haviam explorado em torno dos tipos de discursos textuais, afirmando que “um personagem fala com o outro e usa a fala direta”. Através dessas

características, iniciaram a escrita da história em estrutura dialogal, incorporando a lista de atitudes ao enredo da história.

Ao serem questionados sobre a possibilidade de já transferir a história para o formato dos quadrinhos, foi sinalizada a falta das imagens. Considerando a dificuldade em desenhar a representação de todos os personagens e cenários, bem como sistematizar os desenhos e textos em quadrinhos, foi sugerida pela docente-pesquisadora a atividade de recorte de imagens de livros antigos e revistas, para compor o corpo textual não-verbal, não descartando a possibilidade do desenho.

Com os trabalhos concluídos, foi possível entender a problemática da sustentabilidade através da perspectiva dos alunos. Analisar essa concepção preliminar permitiu explorar, ao longo do projeto, a transformação desse olhar sustentável. Através de tais observações e das concepções propostas nesta pesquisa, considerou-se relevante a criação de uma escala com níveis e espectros de conscientização sobre sustentabilidade definida a partir das seguintes características:

Consciência intuitiva

- Reconhecimento dos problemas ambientais comuns (ex.: poluição, desmatamento).
- Ações intuitivas e imediatas sem compreensão profunda das razões (ex.: jogar lixo no lixo, reciclar).
- Pouca ou nenhuma compreensão das causas e efeitos mais amplos.
- Compreensão limitada de como suas ações se conectam aos problemas ambientais.

Consciência funcional

- Reconhece que os problemas ambientais têm consequências não apenas imediatas, mas também a médio prazo, afetando a qualidade de vida e a biodiversidade.
- Identifica problemas específicos e contextuais, que impactam o desenvolvimento local, mas ainda não possui perspectivas de solução.
- Compreensão de algumas causas dos problemas ambientais, reconhecendo conexões entre ações específicas e seus impactos ambientais.

- Compreende e reconhece a importância de práticas como reciclagem, redução do consumo de energia e água e descarte adequado de resíduos para qualidade de vida do ambiente e das pessoas, mas não entende completamente como cada ação específica se relaciona à prática cotidiana e contribui para a sustentabilidade.

Consciência transformadora

- Compreensão ampla e crítica das interações entre sistemas naturais e sociais (causa e consequência).
- Ativismo em iniciativas sustentáveis que mobilizem transformação comunitária.
- Adoção de práticas sustentáveis no dia a dia (ex.: implantar coleta seletiva, economia de água) – relação com próprios hábitos pessoais e comunitários.
- Capacidade de pensar e desenvolver soluções para problemas para além das ações imediatas, e de projetá-las em uma perspectiva real.

Os textos elaborados sugeriram um entendimento básico em torno das práticas sustentáveis, mas revelaram a carência na capacidade de aplicar esses conhecimentos na prática. Com base nas histórias produzidas, foi possível inferir que focaram principalmente nas consequências dos problemas ambientais, mas não correlacionaram as causas subjacentes a esses problemas.

A história do aluno C (AC) abordou as consequências de jogar lixo no mar (sufocamento de animais), do lançamento de fumaça (poluição do ar), de descartar o lixo no rio e no chão e do lançamento esgoto (poluição da água e do planeta). Ao sinalizar essas condições, não explorou as causas dessas ações, como o consumo excessivo, a logística do descartável, a gestão de resíduos ou práticas industriais.

Ao afirmar que não se pode “jogar água do esgoto no rio e no mar”, que “as pessoas têm que andar mais a pé para parar de poluir o ar” e ainda que “não pode jogar lixo no chão, pois pode poluir o planeta”, AC expressa uma visão bastante simplificada e genérica sobre a preservação ambiental. Essas respostas apontam que, apesar das noções comportamentais relacionadas à questão ambiental, as crianças ainda não abordam ou reconhecem as complexidades estruturais que envolvem tais problemas, que vão desde a falta de acesso ao saneamento básico e políticas públicas deficientes, até a dependência dos meios de transporte e as diferentes fontes de poluição atmosférica. Mesmo que o lixo

seja descartado corretamente, ele ainda permanece no planeta, gerando impactos. Além disso, a quantidade exacerbada de resíduos produzidos reflete a dificuldade em encontrar uma destinação final adequada. Isso revela a necessidade de que práticas educativas avancem na problematização dessas dimensões mais amplas, para que, mesmo na infância, os alunos comecem a desenvolver uma compreensão mais crítica e contextualizada das questões ambientais.

A ideia expressa de não jogar lixo no mar diretamente relacionada à morte ou sufocamento de tartarugas e outros animais, provavelmente reflete a influência de campanhas de TV e outras mídias que utilizam imagens impactantes para sensibilizar o público sobre a problemática ambiental. E muitas vezes a tartaruga é um símbolo dessas propagandas. Essa inferência se reforça diante do fato de Nova Friburgo ser uma cidade serrana e não litorânea e, portanto, as tartarugas são espécies distantes da realidade local.

O mesmo pôde ser observado na história do AR, o qual expressou que “O desmatamento e queimadas das florestas está afetando um bioma”. Ao ser questionado sobre qual bioma se referia, respondeu ser a Amazônia. A referência ao impacto das atividades humanas na devastação da floresta Amazônica também indica conhecimentos advindos da mídia, sendo um tema recorrente nos jornais e diversos meios de comunicação. No entanto, a menção a um bioma distante de sua realidade local demonstra uma dissociação entre o conhecimento veiculado pela mídia e a percepção das consequências da devastação ambiental mais próxima, como a da Mata Atlântica, bioma predominante na região em que vive.

A abordagem de questões hídricas, presente em quatro das cinco histórias, compõem um conhecimento básico sobre a importância da água e a necessidade de preservação. Cabe ressaltar que os alunos haviam sido expostos a temas relacionados à questão hídrica antes do projeto, tema que fazia parte do currículo escolar de ambas as turmas. É o caso da menção às estações de tratamento de água na história do AD, reconhecendo a importância do processo para que as pessoas não consumam água poluída afirmando que "Isso não acontece graças à estação de tratamento onde a água é filtrada". A visão representada enfatiza a solução técnica, sem levar em conta outras dimensões do problema. E ainda não considera a própria realidade da comunidade local, que não tem acesso a estações de tratamento de água, refletindo uma desconexão entre a percepção em torno da problemática hídrica e a realidade vivida.

Desse modo, o aluno transpassa a ideia de que locais onde não há estação de tratamento irão consumir água contaminada, revelando indícios de uma visão simplificada em torno da sustentabilidade hídrica e limitada à consequência do problema. Isto é, para ter água limpa disponível de forma sustentável, não basta um processo de despoluição como indicado. É necessário gerenciar as bacias hidrográficas, envolvendo práticas sustentáveis amplas que abrangem diversos aspectos sociais, econômicos e ambientais. Da mesma forma, compreende-se a citação das estações de tratamento de esgoto nas histórias de AC e AL_2. Apesar de cruciais na gestão de resíduos e na manutenção da qualidade ambiental, são infraestruturas complexas e que não contemplam todo problema da poluição hídrica.

Diante desse efeito, revela-se a importância de expandir discussões que incluam as causas e soluções estruturais dos problemas ambientais bem como analisar criticamente campanhas midiáticas, que podem passar uma imagem de "sustentabilidade de *marketing*[9]", a fim de ultrapassar uma compreensão superficial, focando apenas nas consequências visíveis e imediatas. A falta de criticidade diante das publicidades pode tornar os consumidores mais vulneráveis ao efeito *Greenwashing*, termo relativo ao uso da sustentabilidade como selo de aprovação dos consumidores ou investidores, sem implementar concretamente práticas sustentáveis.

A história do AD identifica o consumismo como um problema, relacionando-o a geração abundante de lixo. Em sua história, afirma que "O consumismo é quando uma pessoa compra coisas desnecessárias. E isso polui a natureza". Ao sugerir a reutilização como solução, traz a importância da prática afirmando que sem ela "nosso mundo ia virar um verdadeiro lixão" e que transformar "coisas inúteis em coisas úteis" é uma forma de reduzir a quantidade de lixo. Tais perspectivas provavelmente foram influenciadas pela interação com a oficina de artesanato da localidade durante a caminhada, uma vez que as práticas de reaproveitamento são a marca do espaço visitado proporcionando o contato com diversos exemplos de artesanato sustentável.

[9] O termo "sustentabilidade de marketing" refere-se, neste trabalho, a práticas em que empresas promovem uma imagem de responsabilidade ambiental para atrair consumidores conscientes, sem necessariamente implementar ações ou políticas realmente sustentáveis. É uma estratégia de "fachada" usada para parecer comprometida com causas ambientais, enquanto as práticas internas da empresa permanecem pouco sustentáveis.

O mesmo aspecto pode ser verificado na história do AL_1, o qual afirmou em sua narrativa que “Ao invés de jogar coisas fora podemos reciclar. Usando [lixo] para fazer artesanato [...]” e "tirinhas de pano que lixeiros não pegam para fazer tapetes. E com garrafas *pet* podemos fazer bancos.” Os exemplos mencionados fazem referência a produtos e técnicas sustentáveis também apresentados na visitação realizada durante a caminhada local. Lá puderam ter contato com pufes de *pet*, almofadas com tiras de tecidos residuais das confecções da região, bolsas feitas de retalhos, entre outros objetos.

As histórias refletirem as observações da visitação evidenciam que a experiência direta com as práticas de produção sustentáveis, visualizando como itens descartados podem ser transformados em produtos úteis, gerou, em certo grau, uma internalização de conceitos sobre reaproveitamento. Isso pode ter ajudado os alunos a compreenderem melhor a relação entre consumo e geração de lixo, bem como a reconhecer a reutilização como medida possível e “superimportante” como afirmou o AD.

A influência de experiências concretas também foi revelada na história do AR, em que levanta o problema do desperdício de alimentos exemplificado no fato de que “As pessoas pedem bastante comida e comem pouco”. A frase faz menção à observação cotidiana das sobras de alimento da merenda escolar, observando que seus colegas deixam comida nos pratos originando muito desperdício.

A mesma ótica pode também estar retratada no trecho "[...] parar de usar produtos químicos e jogá-los nos rios e nas terras" da história do AL_2, acompanhado de duas imagens: uma lavoura com um agricultor realizando fertilização e outra revelando o impacto de contaminação da água por essa prática. Considerando o contexto local de uma comunidade rural onde a agricultura é uma atividade predominante, a identificação do problema pelo aluno pode indicar uma consciência advinda de observações feitas onde ele vive.

Outro aspecto considerável é o fato de o AC se colocar como personagem da história junto aos seus colegas de sala respondendo à personagem Mônica. Tal posicionamento sugere, mesmo em um ambiente fictício, certo empoderamento e confiança nos conhecimentos construídos no ambiente escolar. Também traz indicativos de uma visão coletiva, revelando potencial capacidade de influenciar positivamente o ambiente ao seu redor, contribuindo para a solução dos problemas apresentados.

Após as histórias serem apresentadas, questionou-se sobre as referências das quais extraíram as informações para desenvolver as historinhas. As fontes de aprendizado destacadas pelos alunos foram: a professora *("A tia Lulu, nos ensinou"*); a família (*"Em casa com a minha mãe", "Quando vou com meu pai no trabalho dele");* e a aprendizagem experiencial cotidiana *("A gente aprende no dia a dia", "Quando vou para o centro*[10]"). Estas respostas mostram claramente que as experiências de aprendizagem estão vinculadas às experiências cotidianas, tal como propõem Paulo Freire e John Dewey. As falas revelam a integração de saberes cotidianos à visão de mundo constituída, constatando que o conhecimento não é algo que pode ser simplesmente transferido do professor para o aluno, mas sim construído a partir de experiências concretas.

6.2.3 Conhecendo problemas reais

Visando integrar as visões levantadas nas HQ's à realidade local e consolidar a ideia de problemas sociais/ambientais, apresentou-se uma série de slides com problemáticas de diferentes esferas. A apresentação foi organizada em uma sequência gradual, partindo de questões mais corriqueiras e ligadas à temática do estágio inicial sobre eletricidade, conteúdo trabalhado com os alunos na introdução do projeto. Em seguida, exploraram-se questões de poluição atmosférica, trânsito e estradas ruins, pobreza e favelização, falta de abrigo e de emprego, fome e desperdício de alimentos, falta de saneamento básico. Esses temas foram aplicados como representações de problemas a nível social, ambiental e econômico, com o objetivo de ampliar a percepção dos alunos sobre problemas antes de voltarem seu olhar para a análise da própria comunidade.

Nesta apresentação, foram mostradas imagens de tomadas soltas, com fiação exposta, sobrecarga de equipamentos, carência de instalações adequadas para condução da energia, postes com muitas ligações, ligações irregulares e falta de acesso à energia em certas localidades. Os alunos demonstraram reconhecer facilmente esses problemas e inclusive apontaram consequências, como *"qualquer parte dá choque que mata alguma pessoa."; "O choque causa fogo."; "gera um curto-circuito"; "está gastando muita energia."*. Um deles, inclusive, relatou uma experiência pessoal: *"Um dia, o que*

[10] Essa frase refere-se ao deslocamento realizado pelos alunos à área urbana para acesso a determinados serviços, indicando que a mudança de ambiente, normalmente, mobiliza neles, aprendizagens.

aconteceu lá em casa, o meu pai... ele tinha queles cabos lá de chupeta. Só que era para ligar um caminhão. Só que fio era muito fininho. Aí ele usou lá. Depois foi ligar o caminhão e o fio explodiu e pegou fogo". Tal relato revela uma conexão entre a temática abordada e fatos observados no cotidiano.

Ao analisar o problema do gato de luz, problema que os deixou mais "confusos", os alunos não conseguiram associar o fato de uma pessoa comum, sem os equipamentos adequados, estar mexendo nas ligações de um poste, indicava um problema de roubo de energia. A partir das observações concretas desenvolvidas no estágio inicial, de como ocorria a distribuição da energia até chegar às residências, recordou-se a função do relógio medidor de energia. Assim, entenderam que, ao ligar um fio à rede distribuidora sem passar pelo relógio, não havia possibilidade de contar o quanto de luz foi gasta e a pessoa não pagaria uma taxa de energia. Mas não consideraram questionar as razões que levam a esse ato. Ao tratar da poluição atmosférica, não abordaram problemas locais. Possivelmente pelo contexto da zona rural onde quase não há fontes de poluição atmosférica. No entanto, existem problemas associados, como as queimadas para plantio e a queima de lixo, que também afetam a qualidade do ar e merecem atenção.

Diante de imagens voltadas ao tráfego de veículos e problemas estruturais em vias terrestres, as crianças foram capazes de associar às condições ruins das estradas locais, as quais não possuem pavimentação. Essa situação, no período de implementação do projeto, deixou a comunidade sem transporte coletivo por uma semana, impactando a mobilidade dos moradores.

Entretanto, ao serem questionados sobre questões como pobreza e favelização, falta de moradia e emprego, fome e desperdício de alimentos, bem como a ausência de saneamento básico, os alunos demonstraram um posicionamento que sugeria a percepção de que esses problemas existiam apenas em áreas distantes, como na cidade do Rio de Janeiro ou em regiões comumente estereotipadas, como a África e o Nordeste brasileiro.

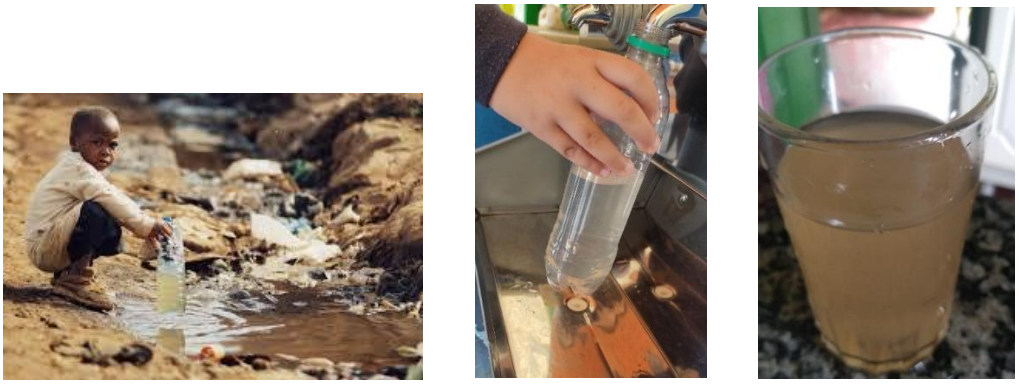
Ao apresentar a imagem de áreas periféricas e de grande vulnerabilidade social, falas como *"uma favela do Rio de Janeiro"* e *"Ali é uma casa do Nordeste"* surgiram. Ao serem questionados sobre o que falta às pessoas que vivem nas regiões exibidas, foram citados exemplos coerentes, sendo sinalizado que faltam *"recurso, como estação de tratamento, energia..."*, *"Supermercado, comida..."*, *"Hospital"*, *"Falta higiene"*. Diante dessas respostas, foi discutido se essas localidades recebem água adequadamente

e de onde ela vem. Eles responderam que a água chega às residências através de nascentes, forma de distribuição com a qual têm mais contato diante da realidade local.

Porém, questionados sobre como ocorre a captação da água das nascentes, demonstraram não conhecer o mecanismo de coleta para uso na residência, em maioria dispondo os canos em um curso d'água (geralmente córregos) até abastecer as caixas. Ao ser explicado esse mecanismo, houve falas como *"ah, não bebo essa água não"*, demonstrando um certo reconhecimento que ela não seria ideal para consumo, ainda que seja a fonte de abastecimento direta de quase toda comunidade.

Ao serem mostradas imagens de pessoas pegando água em rios para consumir, ou segurando uma garrafa com água amarelada (figura 4), retratando problemas de acesso a água potável, os alunos, ao serem questionados do contato ou conhecimento em torno das situações apresentadas, expressaram frases como *"Já vi quando fui lá para um lugar lá que não lembro onde é"* ou *"já vi isso no jornal"*. Na semana anterior às discussões, houve o processo de turvamento da água da instituição, provida da nascente, devido à chuva forte. No projeto implementado com outra turma, balizador do projeto atual, foi produzido o registro da figura 4, revelando a problemática. Logo, os alunos não relacionaram, autonomamente, a problemática apresentada às ocorrências reais na comunidade. Então, questionou-se mais diretamente sobre qual fenômeno havia ocorrido de incomum na escola na semana anterior às discussões, levando o AD a expressar que *"A água ficou marrom, tia"*.

Figura 4 - À esquerda a imagem exibida nos slides e à direita, os registros do projeto desenvolvido em 2021.



Fonte: próprio autor.

As reações das crianças diante da problemática, somadas ao fato do consumo natural da água que cortava o trajeto da caminhada, retratam a não identificação inicial,

na visão das crianças, da falta de acesso a água potável como um problema da comunidade, indicando ainda uma desconexão emocional com a situação.

6.2.4 Registros fotográficos dos problemas comunitários

Assim, após terem passado por essa fase na qual foram submetidos a um treino perceptivo pelo contato com diversos exemplos de problemas de diferentes esferas, os estudantes foram incumbidos de investigar e fotografar problemas que presenciassem na comunidade. Dessa forma, o projeto direcionava-se ao cerne da proposta *CPbL* de incentivar os alunos a se envolverem ativamente com problemas reais em suas realidades a partir de competências investigativas e críticas.

Ademais, considerando as limitações naturais da capacidade de abstração ainda em desenvolvimento nos alunos — situados, segundo Munari (2010), entre o primeiro e o segundo níveis das operações concretas —, a atividade de registro fotográfico foi concebida como um pilar metodológico para favorecer a transição gradual do pensamento concreto ao abstrato. Ao partir da observação direta da realidade, mais compatível com o estágio cognitivo dos estudantes, e conduzi-los à reflexão sobre causas e possíveis soluções para os problemas identificados, o processo de 'garimpo' por meio das imagens promoveu o envolvimento progressivo com operações de maior complexidade.

A análise dos fatos retratados nas fotografias e vídeos capturados pelas crianças revela várias camadas de entendimento sobre a realidade local e as percepções das crianças sobre os problemas comunitários. Esse processo também revelou o potencial de incentivo a uma postura proativa diante da apropriação dos registros basilares do processo de aprendizagem. Os alunos manifestaram entusiasmo no compartilhamento de seus registros e um deles solicitou ir à frente da turma para explicar as suas fotos projetadas na apresentação, conforme retratado na foto 11.

Foto 11 - Aluno explicando seus registros fotográficos.



Fonte: próprio autor.

Dentre as situações documentadas, ilustradas na foto 12, houve predomínio de imagens relativas à disposição inadequado do lixo mediante a falta de um local apropriado para depositá-lo para coleta. Com isso, o lixo se espalha com a ação do vento ou de animais, rola para o rio, próximo a um ponto de depósito para coleta do lixo. Relacionado a isso, o AN gravou um vídeo mostrando o hábito que a família possui de queimar o lixo que se acumula em grandes quantidades, já que a localidade é contemplada com coleta de lixo apenas uma vez na semana. Na gravação, o AN expõe a causa da ação: *"É porque a gente gera muito lixo, aí fica o lixo acumulando, acumulando... até não dar mais [espaço]. Aí a gente queima."*. O AL_2 também produziu um registro o qual descreveu da seguinte forma: *"Aqui é um lugar que eles botaram fogo. Eles botaram fogo e tinha muito plástico. E 'tava' um cheiro horrível"*.

Esses registros refletem uma solução prática, embora problemática, recorrentemente usada na comunidade[11] a fim de reduzir os volumes de lixo diante da coleta esporádica, comum em áreas rurais. Os problemas na gestão de resíduos acabam por induzir a adoção de práticas prejudiciais, e até mesmo a naturalização dessas práticas como soluções viáveis. Por outro lado, o apontamento do hábito de queimar o lixo como um problema, sugere o reconhecimento dos impactos negativos associados a essa prática, passo importante na desnaturalização de ações problemáticas a partir do questionamento e reflexão. Ao apresentar o vídeo, o AN se posicionou dizendo que *"Gera muita fumaça, esse aqui é o problema"*.

Em relação aos registros retratando o lixo, o AL_2 reconheceu o problema da periodicidade da coleta, trazendo a seguinte fala: *"Eu tirei essas fotos... É por causa do serviço público. Como está ruim"*. Diante de fotos do lixo disposto no chão, houve o argumento que *"ali perto [da área mostrada na foto] tem um 'corguinho' pequenininho. Se chover, uma chuva muito forte, pode levar [o lixo] lá para ele"*. O mesmo relato foi levantado em relação ao lixo que é disposto próximo a uma ponte, onde acaba rolando e caindo no rio.

[11] A pesquisadora-docente é moradora da comunidade onde o projeto foi implementado, permitindo uma visão participante das situações abordadas no processo. Esse envolvimento permite o contato e reconhecimento da recorrência da prática de queima de determinados tipos de lixo na localidade, com propósito de reduzir volumes que se acumulam semanalmente.

Foto 12 - Registros fotográficos dos alunos retratando a problemática do lixo.



Fonte: próprio autor.

Duas fotografias retrataram questões ligadas a eletricidade, conforme a foto 13, uma mostrando fios elétricos estão no meio da vegetação, e outra, uma caixa de energia elétrica danificada com cabos expostos. Os alunos, ao explicarem as razões das imagens representarem problemas, sinalizaram riscos em termos da segurança, exemplificando novamente os curtos-circuitos ou choques elétricos e problemas no fornecimento de energia. Essas observações indicam a capacidade de aplicar o conhecimento adquirido sobre eletricidade no primeiro estágio do projeto, para identificar problemas na comunidade. Isso demonstra o potencial da concepção *CPbL* na transferência e conexão entre conteúdo teórico e a aplicação prática. Os registros e explicações revelaram a

habilidade de observar mais atentamente e reconhecer riscos associados ao tema no próprio entorno.

Foto 13 - Registros abordando problemas em torno do tema "eletricidade"



Fonte: próprio autor.

Relevante sinalizar a ausência de registros relacionados a água potável, mesmo após a discussão anterior sobre o tema. Dewey (2023) sugere que os hábitos moldam nossa percepção e como respondemos às situações da vida. Quando uma pessoa se habitua a um certo contexto ou situação, torna-se menos sensível a aspectos desse ambiente que, para outros, poderiam parecer problemáticos. No caso dos alunos, o hábito de viver em uma comunidade onde o acesso à água potável é precário pode levar à "naturalização" desse problema. Eles acabam se tornando insensíveis a ele, porque essa condição se tornou uma parte comum das experiências diárias. Isso sugere que, desde cedo, elas internalizam certas condições adversas como normais ou aceitáveis, já que não são questionadas.

Desse modo, entende-se a naturalização como um tipo de hábito perceptivo, alinhando-se com as ideias de Dewey (2023) de que nossa capacidade de percepção e resposta são moldados pelas experiências passadas e pela continuidade e qualidade dessas experiências. Esse fenômeno se alinha com o que Freire (1987) descreveu como a falta de conscientização crítica. Coerente com as ideias do autor, a educação deve justamente desnaturalizar essas condições, promovendo o questionamento e a reflexão crítica sobre as situações que os indivíduos enfrentam diariamente. Esses obstáculos são definidos por Freire (1987) como “situações-limite”, transponíveis pelo reconhecimento do sujeito como parte da realidade interligada com suas próprias experiências, percepções e ações.

Dessa forma metodologias ativas como *CPbL*, conjecturando projetos que conectem diretamente as experiências diárias a problemas complexos, têm o potencial de

mobilizar essas reflexões de forma crítica bem como de engajar os estudantes em processos de transformação social a partir de problematizações.

Considerando a conscientização crítica (Freire, 1987; 2021) como base fundamental na capacidade de perceber e a interpretar a realidade, para, então, existir um potencial transformador, verificou-se a necessidade de maior estímulo ao questionamento dessa condição específica da realidade comunitária em torno da água.

A partir desse fato, a docente apresentou, como ponto de partida para um questionamento mais profundo sobre a qualidade da água, um registro (foto 14) tirado em sala de aula, referente a uma observação em que indicaram a presença de partículas de sujeira na água da instituição.

Foto 14 - Observação de partículas de sujeira na água da garrafinha.



Fonte: próprio autor.

A partir da imagem, os alunos foram questionados sobre o motivo daquela condição e se ela ocorre apenas na escola. Alguns relatos foram registrados diante dessa reflexão:

> *AN: "É, quando estava limpando a caixa d'água [da instituição], que a gente foi lavar a mão e estava cheio de sujeira."*
> *AD: "Eu já vi a água com cor de barro [...]"*
> *AR: "Tem uma caixa d'água na minha casa que é muito suja."*

Então, levantou-se a questão das causas da presença de sujeira ou mudança de coloração na água. Os alunos indicaram a chuva como fenômeno responsável por provocar essas alterações, explicando que: "*Porque a água cai na terra. A terra fica meio 'lameada', e essa lama vai... escorrendo...*". Em relação à limpeza da caixa d'água, foi esclarecido o fato da visibilidade da água suja se tornar mais perceptível diante da mistura de resíduos do solo e outros materiais já depositados no fundo da caixa por decantação,

para serem eliminados. Porém, a não observação dessa intensificação no turvamento da água, não significava a apropriação da água para consumo, já que a fonte de abastecimento permanecia a mesma.

O objetivo central foi estimular o relato das próprias experiências e compreensões em torno da problemática, visando constituir um vínculo crítico-emocional[12] da condição. Essa conexão mais significativa procurou desmistificar as ideias preconcebidas desconstruir a naturalização do problema.

6.3 Análises – etapa 3

6.3.1 Narrativas – alunos como "super-heróis"

A partir da apresentação, leitura e problematização das narrativas produzidas pelos alunos, foi possível identificar suas principais ênfases temáticas, os tipos de soluções propostas, a relação com suas próprias vivências e o nível de engajamento e atuação no processo de resolução dos problemas. A fim de analisar e comparar as produções, cada um desses aspectos foi organizado no quadro 5.

Quadro 5 - Síntese das narrativas produzidas.

História	Problemas reconhecidos	Soluções propostas	Nível de Engajamento e Envolvimento
1	Poluição dos rios e mares, descarte inadequado de lixo e seu impacto em animais aquáticos.	Robôs catadores de lixo na água.	Imagina uma solução tecnológica que funcionaria de forma autônoma, mas ressalta, sem especificidades, o papel da escola, dos professores e do próprio aluno na resolução de problemas.
2	Descarte impróprio de lixo, queimadas, e impactos ao ambiente e animais.	Robôs para coletar lixo disperso no ambiente.	Menciona, superficialmente, medidas de responsabilidade pessoal e de mudança de comportamento sem mobilização coletiva. A solução tecnológica seria efetiva sem participação direta da comunidade.
3	Coleta inadequada de lixo eletrônico e a baixa periodicidade de coleta do lixo na comunidade.	Solução baseada na comunicação e na conscientização pública sobre o	Há um indicativo de protagonismo do aluno na promoção de uma campanha de conscientização sobre o descarte de lixo eletrônico. Mas não há detalhamento

[12] Entendo aqui "emocional" como "sentir" o problema como problema através da desnaturalização.

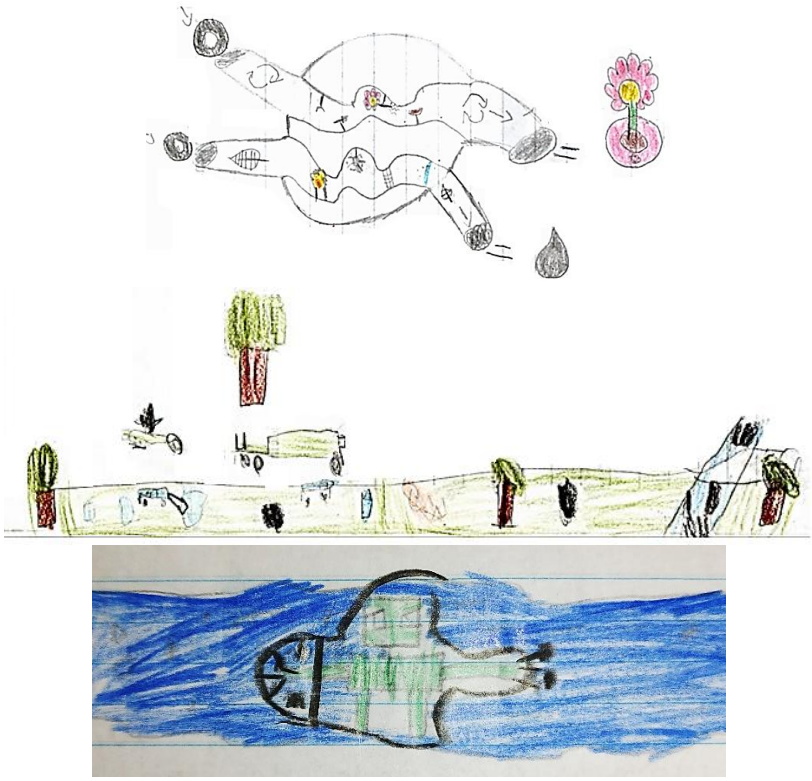
		descarte de lixo eletrônico.	
4	Problemas de acesso a água potável e relação com o consumo humano.	Máquina que purifica a água através de um processo físico de filtragem.	Demonstra um papel cidadão passivo. A solução se trata de uma máquina específica para purificar água, sem menção de ações para colocar essa solução em prática.
5	Acúmulo de lixo em locais inapropriados e sua consequente poluição visual e ameaça à vida.	Máquina capaz de transformar lixo em recursos naturais ou objetos úteis.	O papel de participação na solução é exclusivamente de idealização/criação da máquina. Idealiza o conceito de uma "máquina mágica" capaz de resolver o problema sem envolvimento ou transformação social.
6	Problemas de queima de lixo e sujeira nas caixas d'água.	Aspirador especial para a limpeza de caixas d'água	Demonstra uma reflexão crítica sobre o próprio comportamento e suas consequências ambientais. Contextualiza o problema de forma pessoal (a caixa d'água de sua casa) e associa uma mudança de comportamento ao uso da máquina.

Fonte: próprio autor.

As temáticas enfatizadas nas histórias produzidas foram sobre lixo, predominantemente, e a água. A centralidade nesses temas pode advir da influência dos registros tirados previamente, com os quais os alunos tiveram contato real com o problema do lixo, e da problematização docente sobre a questão da água na comunidade. Também elencaram situações locais, sugerindo que os estágios de reflexão desenvolvidos anteriormente foram eficientes no reconhecimento de questões ambientais relevantes para seus contextos comunitários.

A predominância de soluções envolvendo robôs, máquinas e dispositivos indica uma forte associação da tecnologia com aparatos tangíveis que realizam tarefas específicas autonomamente, como apresentadas na figura 5.

Figura 5 - Soluções projetadas nas narrativas.



Fonte: próprio autor.

Essa imagem do que se constitui como “tecnologia” ou “solução”, revela-se limitada, mas pode ter ligação com a fase maturacional dos estudantes, considerando que crianças dessa idade geralmente possuem um entendimento mais concreto do mundo ao seu redor (Forneli, 2021). Considerando o que afirmam Schirmann *et al*. (2019), se tratando também de uma fase de desenvolvimento vindoura de um operacional cognitivo lúdico, em que o real e o fantástico não se distinguem, transitando a um raciocínio mais crítico e real, pode-se entender uma visão influenciada pela representação futurística e imaginária da tecnologia em desenhos animados, filmes e jogos, fortemente presentes no universo infantil.

Assim, é possível captar a visão de que as soluções para problemas comunitários dependem de dispositivos tecnológicos inovadores no sentido de serem aparatos completamente novos. Esse indicativo sinalizou a necessidade de auxílio na exploração das estratégias diversas de resolver problemas, percebendo que nem sempre ideias extraordinárias terão resultados positivos.

A maioria das histórias apresenta um posicionamento dos alunos mais como observadores ou idealizadores de soluções, ao invés de agentes ativos no processo de

resolução de problemas. Ainda que a produção da história buscasse atribuir um papel central como “super-heróis” capazes de mudar a realidade ao redor, com exceção das narrativas 3 e, em certa medida 6, em nenhuma das demais histórias foi revelada uma atitude proativa, considerando ações humanas diretas. Isso indica a falta de consciência quanto a responsabilização cidadã na garantia de melhor qualidade de vida comunitária. É como se, sendo inventada uma máquina, a tecnologia assumiria o papel de solucionadora dos problemas existentes sem exigir um esforço colaborativo ou um engajamento com a comunidade. Trechos das histórias revelam esse aspecto:

> *“Davi criou uma máquina que consegue transformar lixo ou em recursos naturais de sua origem ou em coisas úteis, por exemplo só jogar um pneu dentro da máquina ou ele pode sair um vaso ou petróleo. E ela é de graça qualquer um pode ter e assim Davi diminuiu o lixo do seu bairro."*
>
> *“Farei uma solução que limpará água suja para não faltar água no mundo. Ninguém sentiria sede.”*
>
> *Poderíamos inventar um caminhão que solta uns carrinhos e helicópteros [...] que podem armazenar o lixo dentro deles e podem levar para o caminhão.*

A falta de detalhamento nas soluções em termos de como seriam construídas, sua operacionalização e implementação na comunidade e manutenção, demonstra um nível mais imaginário e fantástico das soluções, minimizando a perspectiva prática/realística. Novamente, essa observação sustenta-se nas ideias de Piaget (Munari, 2010) que destaca a tendência do pensamento infantil a favorecer a imaginação e o desejo sobre a realidade objetiva.

Ainda que os alunos demonstrem um entendimento básico dos conceitos de reutilização de materiais, reconhecendo que o lixo pode ser transformado em algo útil (como "um vaso") e filtragem da água, por exemplo, as ações não estão relacionadas a práticas humanas, mas são, exclusivamente, mecanizadas. Apesar disso, as ideias retratadas evidenciam alta criatividade e potencial inovador, que precisavam ser canalizados a abordagens mais concretas e contextuais. Segundo os ideais piagetianos (Munari, 2010), para que as crianças desenvolvam uma compreensão da veracidade e adquiram uma percepção mais objetiva, é essencial o envolvimento em atividades colaborativas e organizadas, onde as crianças confrontam suas ideias e percebem a importância de ver a realidade tal como é.

Estimular a capacidade criativa das crianças com ideias divergentes originadas de forma contextual, encoraja os alunos a pensarem fora da caixa, a explorarem novas possibilidades e a desenvolverem suas habilidades de inovação. Além disso, oportuniza novas visões diante de problemas complexos, que muitas vezes, exigem abordagens inovadoras.

Esse processo pode ser desenvolvido através de projetos *CPbL*, desafiando a concepção de soluções sustentáveis a partir da inovação, mas em perspectiva tangível. Isso significa considerar a possibilidade de utilização de tecnologias conhecidas ou de adaptação de soluções existentes para novos contextos, bem como reconhecer tecnologias e inovações intangíveis, como transformações processuais e atitudinais.

A abordagem educativa *CPbL* para crianças pode, potencialmente, desmistificar o papel da tecnologia como uma solução mágica, ajudando-as a entender os processos e esforços humanos necessários por trás de qualquer inovação tecnológica. Essa integração promove uma visão de CT ancorada na realidade social (S), permitindo que as crianças identifiquem e valorizem as interações entre o saber científico, a técnica e as demandas locais. Para introduzir essa reflexão de maneira lúdica e simples às crianças, foi selecionado um episódio do desenho animado “Coiote e Papa-léguas”, debatido quanto às diferentes técnicas empenhadas pelo coiote e a falta de planejamento e efetividade das estratégias.

Assim como a ideia de que a tecnologia pode operar como uma "mágica" para resolver problemas, foi percebida uma tendência de pensar que o aspecto econômico pode ser simplificado ou ignorado. Duas das histórias (4 e 5) destacaram a questão do custo das máquinas, indicando uma preocupação quanto a acessibilidade, aspecto essencial para uma tecnologia ser considerada inovação social, considerando que deveriam ser “de graça, que qualquer um pode ter" ou de baixo custo ("venderia a máquina por 3 reais"). Tais percepções podem vir de referências cotidianas, já que as crianças não lidam diretamente com as questões financeiras e são dependentes, recebendo produtos como se fossem “gratuitos”. Essa posição muitas vezes não traz um dimensionamento real de valor dos materiais e das questões econômicas. Porém, ainda que considerem esse aspecto de modo superficial, os alunos demonstraram reconhecer a relação entre a eficácia de uma solução tecnológica e sua disponibilidade para todos de forma igualitária. A proposta

CPbL apresenta potencialidade para cultivar essa sensibilidade social, direcionando-a para projetos mais tangíveis.

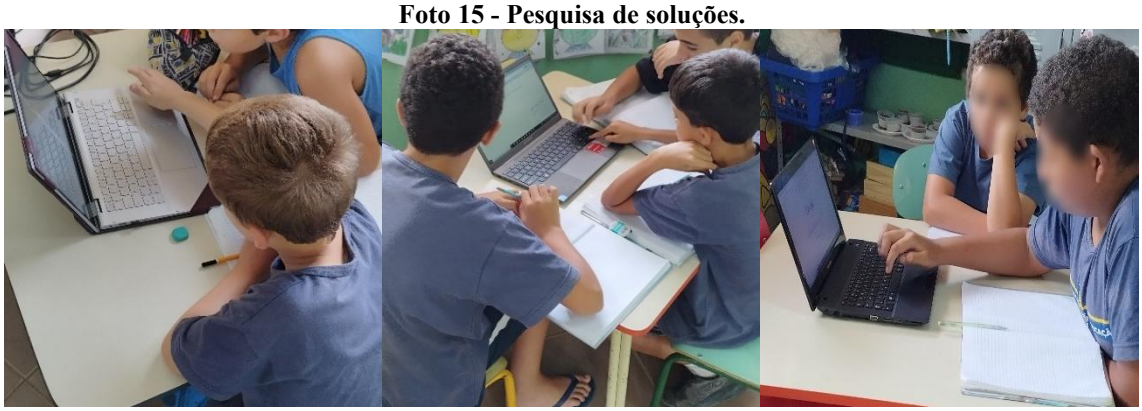
Entendendo essa necessidade de direcionamento a propostas mais concretas, avançou-se a um estágio de pesquisa de soluções já existentes aos problemas mais sinalizados.

6.3.2 Pesquisa de soluções

Considerando o posicionamento idealista expresso nas produções textuais e a naturalização de alguns problemas revelada nos estágios de investigação e reconhecimento de problemas, a proposta de pesquisa de soluções já implementadas em outros contextos mobiliza o reforço a desnaturalização e direciona uma perspectiva mais prática e ativa das soluções. Ao terem contato com propostas reais presentes em outras localidades, percebem as questões como não "naturais" ou "evitáveis", mas como problemas que podem ser enfrentados e solucionados.

A busca e avaliação de soluções, também permite que os alunos se inspirem e compreendam que é possível adaptar, combinar ou aperfeiçoar ideias de maneira criativa e inovadora para atender às necessidades específicas de sua comunidade. Essa experiência, ilustrada na foto 15, possibilitou modelar as ideias fantásticas apresentadas definindo um caminho mais concreto para uma possível implementação comunitária das soluções. Também reforçou o entendimento de que resolver problemas não se trata apenas de criar algo completamente novo, mas também envolve processos existentes, mais simples e com aspectos inclusive já reconhecidos cotidianamente.

Foto 15 - Pesquisa de soluções.



Fonte: próprio autor.

Por outro lado, o contato com soluções reais pode ter trazido a percepção de que as próprias ideias, aquelas "mágicas" e pouco práticas (ex.: máquinas que transformam lixo em recursos naturais ou dispositivos complexos e de baixo custo), eram inviáveis ou inconsistentes. Tal fator é evidenciado no fato de basicamente todos os alunos abandonarem suas propostas originais das histórias. Outro aspecto que pode ter corroborado com essa transmutação de ideias foram as discussões levantadas no momento da apresentação das histórias, em que os alunos foram questionados e puderam refletir limitações práticas e econômicas inviabilizadoras de algo pragmático.

Para as crianças, esse “choque de realidade” pode ter causado insegurança em termos da capacidade de criarem soluções efetivas. Ao se depararem com soluções externas os alunos podem ter passado a confiar mais em soluções pré-existentes do que em suas próprias ideias. Essa confiança em soluções externas pode desestimular o processo de análise das próprias propostas em busca de possíveis readaptações. Com isso, o processo pode ter limitado, em certa medida, a capacidade criativa dos alunos, mesmo que tenha sido estimulado o esforço de retomada e correlação da pesquisa para modificar ou aperfeiçoar as ideias iniciais. Tal fator buscou a validação das ideias originais, considerando reformulações e melhorias, bem como o conhecimento das diversas áreas científicas se constrói a partir de readequações conforme evolução de dados e informações em torno dos objetos de estudo.

Por outro lado, o contato com soluções reais e a percepção da inviabilidade de suas próprias ideias podem ser vistos como uma forma de conscientização crítica, onde os alunos começam a entender a complexidade dos problemas e a necessidade de pensar de maneira mais prática e fundamentada. Isso propõe que os alunos modificaram a visão inicial de que "máquinas" ou "tecnologias milagrosas" resolveriam os problemas, promovendo uma mudança de perspectiva.

Tal ponto é evidenciado quando, ao apresentarem as propostas encontradas à turma, os alunos expressaram falas correlatas a situações da realidade deles. As soluções identificadas para o problema do lixo foram: coleta seletiva, reutilização, e a instalação de pontos de coleta adequados. Essas soluções mostram que eles estão começando a entender que existem maneiras práticas de lidar com o lixo de forma mais sustentável, sem necessariamente, implementar máquinas. Ao expressarem falas como

"Outro lugar, ali na frente [na comunidade], tem dois lugares para botar lixo. Aí, um, eles acham que há uma lixeira ali, gigante, só que é a grama. Eles botam lixo em cima da grama."

mostraram a capacidade de já relacionar o problema ao contexto local e projetar a solução identificada de forma autêntica. A fala também sinaliza a desnaturalização do problema, algo central na conscientização crítica freiriana, pois os alunos reconhecem que a solução se correlaciona às ações humanas, e não apenas por uma intervenção tecnológica isolada.

A partir dessa relação, aproveitou-se para sinalizar que, quando se tem a ideia da solução, é preciso refletir sobre o contexto de aplicação [...].

Quando os alunos finalizaram as exposições de ideias em torno do lixo, questionou-se se foram encontrados robôs ou máquinas nas buscas. Uma das respostas revelou de forma clara a mudança de posicionamento comparada aos textos narrativos:

AL_2: A gente não precisa de máquina para resolver.

Essa afirmação do AL_2 indica uma nova percepção de que não são as máquinas que solucionam sozinhas os problemas levantados em torno do lixo, mas sim os processos humanos, como a coleta, a separação e a reutilização.

Para questão da água, identificaram técnicas de separação de misturas pela evaporação; fervura e exposição solar; estágios do tratamento em estações como: flotação, decantação e desinfecção com cloro; e filtragem por filtros de barro e bebedouros (que possuem filtros). O grupo representante da questão hídrica, expôs cada processo separadamente, como se cada um fosse uma solução única e não integrada. Os alunos foram questionados se ao realizar apenas uma técnica mencionada, já teríamos a água potável para consumo e por quê.

Então, foi sendo consolidada as integrações dos processos e suas respectivas relevâncias. Nesse processo, a seguinte discussão foi estabelecida:

Professora: [..] A filtragem é a mesma etapa que corresponde à eliminação de microrganismos? Todo filtro tem essa capacidade [de eliminar microrganismos]?

AL_1: Não, são etapas diferentes.

Professora: Se eu só ferver a água... Por exemplo, eu pego lá a água da nascente. Só fervo ela. Eu já eliminei tudo que eu tinha que eliminar ali de coisas que estão misturadas a ela?

AL_2: Não, aí você 'coa'.

AN: Usa o filtro.

Professora: Filtro é uma solução nova?

AL_2: Eu tenho três filtros de barro em casa.

Aluno N: Minha avó também tem.

AD: A minha casa não. A gente bebe direto da torneira.

[...]

AR: Lá na casa da minha vó tem tipo um filtro de ferro, assim, que fica junto com a torneira. Pra pegar a água de beber.

Novamente mostra-se a correlação da solução encontrada a elementos já presentes no cotidiano de alguns: o filtro, mais especificamente, o de barro e de torneira. Percebe-se a integração ativa entre as discussões do projeto e saberes advindos das próprias realidades, trazendo mais relevância e engajamento às discussões. Tal reconhecimento dessas soluções já presentes no cotidiano, tornam a visão dos alunos mais sólida e simples diante das soluções

Organizados em grupos, os alunos foram orientados a integrar as ideias autorais às informações de pesquisa e discussões, para projetarem, em equipes, soluções a cada um dos problemas investigados. Para direcioná-los nesse processo, foi montada uma folha de reflexão da solução, remetendo ao processo já vivenciado de reflexão em torno do brinquedo que desenvolveram no primeiro estágio. Mas, desta vez, direcionada a um projeto com repercussões concretas pautado em questões sociais.

As fichas preenchidas pelas equipes refletiram a relevância das pesquisas e discussões em grupo diante da visão sobre tecnologia e soluções sustentáveis. O quadro 6 destaca as informações centrais de cada uma das fichas das equipes.

Quadro 6 - Respostas da ficha de planejamento da solução.

Equipe	O que é a nossa solução? Como ela funciona?	Por que vamos fazê-la?	Como colocá-la em prática na realidade?	Ela é sustentável? Por quê?
1	Construir uma lixeira com cercado e telhado.	Pelo fato de a comunidade não ter local apropriado para depositar o lixo, que acaba ficando no chão até a coleta pela empresa responsável.	Instalar a lixeira no chão com um aviso.	Resposta centrada na mudança de atitude das pessoas no descarte do lixo.
2	Reutilizar o lixo para criar	Refletiram os problemas causados	Os alunos coletariam	Diretamente ligada à reutilização de

	produtos artesanais.	pelo lixo: poluição, mortalidade de animais e estética do local.	materiais poluentes e os transformariam em produtos.	materiais, reduzindo resíduos. Consideram envolvimento de outras pessoas.
3	Purificação da água através de um filtro.	Pois a água da nascente local não é 100% limpa e o filtro ajudaria a torná-la mais segura para consumo.	Demonstra que construir o filtro é viável, mas não detalha uma implementação concreta.	Reconhecem o valor de reaproveitar materiais disponíveis e afirmam a importância da água para vida.

Fonte: próprio autor.

A solução projetada pela equipe 1 é fundamentada em uma ideia simples, mas conectada a uma preocupação com o impacto ambiental e com o comportamento das pessoas que depositam o lixo doméstico no chão para coleta diante do fato de não haver lixeiras apropriadas a essa função. A proposta não depende de uma máquina complexa e a infraestrutura idealizada é concreta e simples. Os alunos revelaram preocupação com os detalhes estruturais da lixeira, considerando uma proteção para evitar que o lixo seja espalhado ou cause acúmulo de água da chuva. O desenho de projeto da equipe apresenta-se na figura 6. Também indicaram a relevância atitudinal, afirmando que o sucesso da solução depende da ação das pessoas em depositar o lixo adequadamente, o que se reflete na resposta em torno da solução ser ou não sustentável:

> *"[...] Sim por ser as atitudes das pessoas se elas jogarem na lixeira atitude vai ser boa e não vai poluir o meio ambiente [...]."*

Desvencilha-se da ideia de "máquina salvadora" e avança-se a uma mentalidade mais palpável e integrada às ações humanas.

Figura 6 - Projeto de lixeira da equipe 1.



Fonte: próprio autor.

A proposta 2 seguiu a mesma lógica ao considerar a criatividade humana e o reaproveitamento de materiais como solução à questão do lixo. Os alunos pensaram em uma lógica de transformação manual de materiais e foram capazes de pensar uma solução prática e que considera não só o ambiente, como também o valor econômico agregado ao processo. Isso se comprova na explicação sobre como a solução seria desenvolvida na prática:

> *"A gente pode pegar materiais mais poluentes [e] depois de juntar podemos fazer os materiais prontos e depois vender."*

O fato de reunirem os pilares ambiental, social e econômico na solução retratam um amadurecimento da visão em torno da sustentabilidade. Esse aspecto é fundamental na formação de cidadãos ativos em prol de transformação social.

> *"[...] a gente vai estar reutilizando o produto poluente ganhando dinheiro vamos estar ajudando o nosso planeta e [...] incentivando as outras pessoas a também nos ajudar."*

Apesar disso, os alunos não forneceram detalhes sobre como a transformação dos materiais seria realizada, o que aponta para uma falta de compreensão sobre a viabilidade operacional da solução. Mas considerando a faixa etária dos alunos, elaborar questões logísticas e técnicas que permeiam uma produção artesanal em pequena escala, incluindo o contexto comunitário, exige estratégias cognitivas ainda não naturais às crianças. Porém este contato com a projeção de soluções oferece uma oportunidade para balizar competências direcionadoras de um entendimento mais holístico em torno da viabilidade de soluções.

A mudança de perspectiva em torno da tecnologia como um processo, e não necessariamente uma máquina sofisticada, também foi evidenciada na equipe 3. Esta foi a única equipe que retomou ideias originais levantadas nas narrativas.

A justificativa levantada sinaliza uma consciência do problema sobre a qualidade da água e reforça a desnaturalização da situação. Ao abordar sobre a implementação prática, os alunos refletiram uma visão positiva quanto à viabilidade de construção bem como da obtenção dos materiais. Apesar disso, não conseguiram detalhar os procedimentos específicos para a construção real do aparato, indicando uma dificuldade em visualizar a implementação prática dessa solução no contexto da comunidade.

Dessa forma, a representação do protótipo do filtro, ilustrada na figura 7-a, não contempla as etapas necessárias para tornar a ideia exequível na realidade. O desenho de

um dos membros da equipe no estágio de produção dos textos (figura 7-b), revelava-se mais próximo de uma aplicação real, ligada às redes de abastecimentos (encanamentos e caixas d'água), mas, mesmo assim, a ideia não foi considerada na definição da implementação prática.

Figura 7 – a - Projeto de solução da equipe 3. b - Solução desenhada na etapa de produção das narrativas.



Fonte: próprio autor.

O foco no protótipo sugere uma ideia de este ser o objetivo final do projeto, sem considerar a funcionalidade e as adaptações necessárias para torná-lo realmente aplicável. Considerando ainda que o protótipo geralmente é a primeira representação concreta de uma ideia abstrata, a possibilidade de ter o "filtro" pronto pode ter gerado a impressão de que a solução estava completa. Essa ideia imediata limita a reflexão crítica em torno da contextualização da solução e transposição ao plano prático e comunitário. Tal observação retrata a relevância de um exercício de questionamento diante da integração da solução e o envolvimento comunitário e questões que direcionem o pensamento prático.

6.3.3 Prototipagem

O estágio de construção física dos protótipos permitiu identificar até que ponto os alunos estavam desenvolvendo as competências e habilidades mobilizadas na proposta *CPbL*, considerando a capacidade de questionar, analisar informações, refletir sobre a aplicabilidade e o impacto das soluções no contexto comunitário, definir um plano de ação, apresentar pensamento iterativo e resiliente e adaptar soluções para um contexto específico. Habilidades técnicas, aplicação de conhecimentos científicos e trabalho colaborativo também se faziam fundamentais.

Essas competências estão interligadas e contribuem para que os alunos se tornem cidadãos mais preparados para identificar problemas locais e participar ativamente da construção de soluções no contexto social e ambiental em que vivem.

Ficou evidente, neste estágio, a relevância de um planejamento bem executado. As equipes (1 e 3) que conseguiram elaborar mais detalhadamente os processos de construção no planejamento da solução, demonstraram maior facilidade no seguimento das etapas de construção do protótipo. Em contrapartida, a equipe 2 que não explicitou o plano de funcionamento da solução em termos práticos acarretando dificuldades no estágio de concretização da proposta idealizada.

Na fase de criação, a equipe 2 sugeriu a fabricação de produtos artesanais com resíduos têxteis, mas não explicam como esse processo aconteceria. Quando tiveram que formular um produto representativo da solução, depararam-se com o desafio de conceber de modo tangível uma ideia de natureza processual que envolve várias etapas — coleta da matéria-prima, preparação, criação e distribuição. Durante o estágio de planejamento e *brainstorming*, o qual foi orientado pela docente-pesquisadora, questões como: 'Como será a coleta e seleção do material?', 'Quem irá produzir os objetos?', 'Qual será o público?', 'Quais ferramentas seriam necessárias?', foram levantadas. Porém, as respostas indicaram que pretendiam obter o material da confecção próxima a escola e eles próprios fabricariam os objetos destinando-os às crianças da escola. Mas ao serem questionados como iriam conduzir o processo, os alunos não souberam responder.

A tentativa inicial do grupo foi exemplificar um produto que poderia ser fabricado com base nas ideias formuladas. A escolha pensada na etapa do planejamento foi um urso de retalhos. Porém, a criação do objeto envolvia conhecimentos e técnicas específicos, como corte, costura, modelagem, colagem e montagem, não familiares aos alunos, especialmente pela faixa etária, e nem mesmo à docente. A falta de habilidades práticas para confeccionar o protótipo se constituiu como um obstáculo prático, dificultando a passagem da ideia para uma aplicação concreta.

É possível que a própria abordagem de aplicação tenha induzido os alunos a um foco na materialização ao invés das ideias processuais. A mudança para uma ideia que requer representação de um processo mais abstrato pode ter gerado dificuldades para imaginar o protótipo como algo que poderia ser iterativo e experimental, em vez de um produto tangível. Poderia ter sido sugerida a formulação de um esquema representativo,

em que representassem etapas processuais do ciclo de produção artesanal. Ainda assim, apesar da ideia, os alunos não tinham consciência plena desses processos, os quais demandariam alto nível de abstração, capacidade que, para Piaget, começa a se desenvolver ao atingem o estágio das operações formais (Munari, 2010).

Esses fatores: não refletir sobre etapas da solução ou viabilidade no planejamento; projetarem uma solução direcionada a um ciclo produtivo; e falta de habilidades técnicas; podem ter contribuído para que o grupo encontrasse dificuldades em representar sua ideia como um protótipo. Assim ocorreu uma espécie de bloqueio criativo, isto é, não sabiam como transformar a ideia em algo visualmente representativo. Foi estimulado ao grupo que retornassem ao estágio anterior a fim de reformular a ideia. Mas a dupla não superou o bloqueio e não exploraram novas possibilidades. Isso pode sugerir uma falta de resiliência frente ao desafio sendo ainda perceptível uma desmotivação para reiniciar o processo. Tal competência é natural ao processo criativo, em que a revisão e o aprimoramento são partes fundamentais.

A carência de tempo quanto ao desenvolvimento do projeto, acabou inviabilizando um novo *brainstorming* mais direcionado e a intervenção aplicada foi de redistribuir os alunos nos demais grupos. Considerando que os projetos estavam em andamento, os alunos foram naturalmente submetidos às instruções dos integrantes diante das etapas de produção. Ao serem capazes de contribuir de forma mais sólida com os colegas, foi possível perceber o efeito em termos do interesse e engajamento frente às novas ideias, divergindo do receio docente desse processo gerar uma sensação de fracasso.

A reação positiva deles à mudança destaca a importância do trabalho colaborativo na ótica do *CPbL*. Ela sugere uma forte conexão entre a motivação e o senso de propósito consolidado coletivamente, aspecto perdido pela equipe 2 diante da falta de conhecimentos de experiências prévias e da tradução da ideia em um plano de ação concreto adaptável (Dewey, 2023). Quando o indivíduo atua em um meio e interage com ele de forma modular e dinâmica a partir de um propósito consciente, isto é, um guia para a ação que ajuda a organizar e direcionar o pensamento e o comportamento, atinge-se o que Dewey (2023) considera atividade inteligente.

Considerando que as demais equipes estavam progredindo na direção dessa ação inteligente, analisando, agindo de maneira experimental e reformulando seus projetos em

busca de aperfeiçoamentos, imergir nesses contextos possibilitou aos alunos resgatarem o propósito do projeto e aprender com os colegas.

Ao analisar a evolução dos protótipos dos alunos em diferentes estágios de construção, representados na foto 16, foi possível perceber alterações procedentes de análises, relações com conceitos teóricos e da preocupação dos alunos com a durabilidade e efetividade da solução. Este último aspecto é primordial em termos da sustentabilidade.

Foto 16 - Processo de prototipagem das soluções.



Fonte: próprio autor.

Ao observar que os alunos consideraram formas de manter as soluções funcionais ao longo do tempo: a equipe 3 incluindo camadas de fácil retirada e a 1 buscando garantir

a resistência da lixeira para suportar seu uso contínuo, evidencia-se uma preocupação que ultrapassa a simples implementação do protótipo. Essa abordagem demonstra um olhar mais abrangente e sustentável, no qual os alunos compreendem a necessidade de pensar em soluções viáveis e duradouras. Essa perspectiva reforça a ideia de que os protótipos não são apenas objetos construídos para atender a um problema imediato, mas representam um esforço de projetar inovações que se alinhem a uma visão de responsabilidade com o ambiente e a comunidade, integrando teoria e prática de forma consistente.

7. Da escola à comunidade: o transbordamento social da aprendizagem

7.1 O conceito de transbordamento social: da escola para a sociedade

Ao final do estágio de prototipação das soluções, ainda não havia clareza sobre a viabilidade de implementar as propostas diretamente na comunidade local. Diante disso, foi planejada uma entrevista com os alunos para investigar se eles se percebiam como agentes sociais capazes de promover mudanças, uma vez que, naquele momento, não se tinha definido como catalisar o processo para um plano real de aplicação.

Contudo, os alunos demonstraram espontânea e autonomamente, uma capacidade de conexão entre as soluções criadas e uma situação concreta da comunidade. Os estudantes AL_2 e AR, ao chegarem em sala após o trajeto no transporte escolar, mencionaram a observação de novas lixeiras instaladas no bairro e questionaram se *"eram da nossa lixeira"*. A docente-pesquisadora já tinha ciência do que se tratava, pois os coletores foram dispostos na sua área de vizinhança e pelo contato com a moradora local que teve a iniciativa, motivada por razões pessoais, de instalar coletores seletivos de materiais recicláveis em sua varanda.

Ao questionar o aluno sobre o motivo de acreditar ser o projeto deles já concretizado, ele afirmou que *"Ué, tia. A gente construiu uma [lixeira], porque a gente viu que não tem aqui. Então achei que tinha botado ali [no local observado]"*. A declaração do estudante AL_2 atuou como um gatilho reflexivo dentro do processo investigativo do projeto.

Primeiramente, esse exemplo evidenciou uma evolução na forma como os alunos passaram a observar, refletir e interpretar a realidade ao seu redor, estando sensíveis às dinâmicas comunitárias e conectando suas ideias a práticas reais. Esse aspecto se relaciona à perspectiva curricular da BNCC em termos de um ensino de ciências que oriente para intervenções positivas e novas concepções sobre o mundo. Inicialmente, como demonstrado na fase de identificação de problemas, os alunos não reconheciam diretamente os desafios da comunidade, mesmo convivendo com eles. Esse distanciamento confirmava uma lacuna na percepção crítica do meio e indica que a identificação de problemas não é um processo instintivo para os alunos, mas sim uma habilidade que precisa ser desenvolvida intencionalmente.

A adoção de estratégias como a caminhada exploratória pela comunidade e o uso de registros visuais através das fotografias para sistematizar as observações, seguidos de análises e discussões, foram fundamentais para que os alunos passassem a notar e compreender melhor as questões locais. O progresso dos alunos revelado nesse estágio, sinaliza um avanço de um olhar passivo e acrítico para uma postura mais analítica e propositiva, no sentido de estabelecerem relações entre suas propostas do contexto educacional e práticas reais na comunidade. A correlação estabelecida indica que o treino do olhar trabalhado no processo educativo se consolidou, já que os alunos demonstraram autonomia e percepção crítica, reforçando a relevância da abordagem em estimular o protagonismo infantil e a visão de responsabilidade social.

Os alunos demonstraram um nível de apropriação do projeto para além do espaço escolar, originando um reconhecimento de que as ideias projetadas poderiam, de fato, se materializar no contexto comunitário. A estrutura de aprendizagem de identificar problemas que afetam diretamente a comunidade e trabalhar coletivamente na busca de soluções práticas, atingiria um novo patamar: seria traduzido em aparatos e ações concretas visando a melhoria da qualidade de vida local na direção da sustentabilidade a partir da resolução de uma problemática concreta. Esse fenômeno, isto é, a solução idealizada no contexto educacional se estendendo à comunidade, adquirindo características de uma tecnologia e, potencialmente, inovação social, é aqui definido como transbordamento social.

7.2 A conexão com a comunidade: estabelecendo parcerias na construção de soluções coletivas

A manifestação do aluno incitou o contato direto com a moradora a fim de entender os processos que permeavam a ação e viabilizar uma convergência entre a ação comunitária e o projeto escolar. A partir dessa interação a moradora relatou à pesquisadora que, de forma autônoma, recolhia os materiais descartados nos coletores e os transportava até um ponto de coleta maior no centro da cidade, responsável por encaminhá-los para locais específicos de reciclagem. No entanto, destacou que o engajamento era baixo, com pouca adesão por parte dos moradores e um volume reduzido de materiais sendo destinados seletivamente.

Além disso, trouxe à tona uma necessidade concreta: a ausência de um coletor

específico para pilhas. Ela explicou que o local para onde direcionava os resíduos aceitava esse tipo de material, mas ainda não possuía um coletor adequado, o que dificultava sua coleta. Identificou-se, portanto, uma oportunidade real de intervenção alinhada ao projeto desenvolvido pelos alunos.

Diante desse cenário, traçou-se uma convergência entre a necessidade identificada e o trabalho já realizado pelos estudantes, permitindo, em uma parceria entre escola e comunidade, a materialização do projeto escolar em uma solução funcional para uma demanda concreta. Isso incidiu na decisão de reorientar e aprimorar o protótipo já desenvolvido pelos alunos, impulsionando estratégias que delinearam uma nova fase do projeto, onde os conhecimentos adquiridos seriam aplicados na adaptação e construção de um coletor real para pilhas a ser instalado junto aos demais coletores.

Foi planejada a visita da moradora à instituição escolar para promover um diálogo com os alunos e estruturar a nova etapa do projeto. O encontro foi um momento de reflexão e aprofundamento do aprendizado, no qual seriam mobilizados conhecimentos em torno das experiências de projeto e o iminente processo de transbordamento social.

Durante a interação, a moradora relatou ter observado o grupo de alunos na atividade inicial de caminhada na fase 2 e questionou-os sobre os propósitos daquela ação. Esse momento foi de grande relevância para constatar o quanto do processo os alunos seriam capazes de explicar e conectar até o estágio atual.

Dentre as respostas registradas, destacam-se:

"A gente foi lá na Tina [dona do local visitado na etapa da caminhada] ver o que ela fazia."

"No meio do caminho a gente achava... lixo."

"E aí a gente pegava. E pegava tudo."

Revela-se que recordaram sobre o destino da visita e que as ações lá desenvolvidas, voltadas principalmente à sustentabilidade, foram destacadas [“ver o que ela fazia”]. Apesar da não descrição, trata-se dos exemplos de reaproveitamento de materiais diversos para artesanato local. Ao serem questionados sobre a motivação da ação de coletar o lixo do chão, os alunos responderam:

"Para ajudar o meio ambiente."

"Porque o lixo faz poluição."

“[...] causa poluição na água. Os peixes morrem.”

Os alunos foram capazes de identificar e elencar consequências do descarte inadequado do lixo, evidenciando uma compreensão básica dos impactos ambientais. Porém, as crianças na faixa etária alvo da pesquisa, ainda estão em processo de desenvolvimento do pensamento abstrato e crítico, com ideias fortemente ancoradas no concreto e no visual, o que influencia a forma como compreendem e manifestam questões ambientais. Assim, expressões como *"para ajudar o meio ambiente"* e *"os peixes morrem"*, refletem uma compreensão genérica focada em consequências visíveis com as quais tem contato mais facilmente através de propagandas e jornais, por exemplo.

Ou seja, quando uma criança vê imagens de mares poluídos, com lançamento de esgoto ou petróleo, animais presos em plástico, rios cobertos de lixo ou até mesmo o lixo da comunidade indo parar no rio local, há um impacto mais significativo, porque esses danos são visíveis e diretos. Em contrapartida, os impactos sociais da degradação ambiental – como problemas de saúde pública, minimização do acesso a recursos naturais e impactos econômicos – em sua maioria não possuem a mesma representação gráfico-visual que facilite o entendimento das crianças. Esses aspectos exigem um nível de abstração maior, pois demandam a compreensão de relações de causa e efeito menos diretas. Portanto, essa percepção mostra-se compatível com o estágio de desenvolvimento típico da idade.

Em seguida, a moradora apresentou concretamente aos alunos os diferentes tipos de resíduos que já eram coletados por ela, como esponjas, tampinhas de garrafa *PET*, garrafas de vidro e óleo de cozinha; e as destinações apropriadas para cada um.

Ao longo da explanação, a moradora detalhou o destino dos resíduos que recolhia:

- Garrafas de vidro: encaminhadas para a Ambev;
- Tampinhas de garrafa *PET*: destinadas a associações que fabricam utensílios como comedouros e bebedouros para animais;
- Esponjas: enviadas a uma instituição que as recicla na produção de produtos plásticos;
- Óleo de cozinha: transformação em barras de sabão.

Durante a apresentação, foram exibidas imagens dos coletores utilizados pela moradora para os diferentes tipos de materiais. O aluno AL_2 prontamente identificou os coletores mencionados pela moradora, afirmando: "*Foi dessas aí que eu falei*", reafirmando sua conexão entre os projetos. Outro material apresentado foram as pilhas,

material alvo para materialização do projeto. A percepção crítica dos alunos em relação ao impacto ambiental desse resíduo ficou evidente na manifestação espontânea de um estudante, que declarou: *"Pilha polui muito"*. Essa observação demonstra a internalização dos danos causados pelo descarte inadequado desse material, ainda que possivelmente o fizesse incorretamente, já que não souberam responder para onde iam as pilhas utilizadas em casa, indicando o percurso comum dos demais resíduos sólidos ser mais provável.

Na sequência, os alunos apresentaram o protótipo de lixeira desenvolvido ao longo do projeto, explicitando detalhadamente suas funcionalidades, como representado na foto 17. Dentre os aspectos destacados, mencionaram a inclusão de um telhado para evitar a entrada de água, a altura projetada para impedir o acesso de animais, barreiras para minimizar a dispersão do lixo pelo vento e um coletor de chorume.

Foto 17 - Exposição do protótipo à moradora.



Fonte: próprio autor.

Esse momento demonstrou que os alunos assimilaram as necessidades práticas de um sistema para atender certa função e desenvolveram autonomia para refletir sobre o que fizeram, favorecendo a transferência desse conhecimento para novas situações. O envolvimento ativo e o domínio sobre o projeto revelam ainda a relevância da postura ativa e do senso de responsabilidade de processo pelos estudantes, uma vez que possivelmente não saberiam explicar com tanta solidez se fosse uma tarefa puramente instrucional. Isso reflete o potencial do projeto para estimular o protagonismo estudantil.

A partir dessa explanação contextual, a moradora fez a solicitação de um coletor específico para pilhas, a ser implantado na comunidade, propondo aos alunos que adaptassem o projeto previamente apresentado para atender a essa demanda. De modo complementar, promoveu-se uma discussão sobre a importância do engajamento da

população para que as soluções propostas fossem efetivas. Até porque, sem adesão da comunidade à solução, não há transformação de hábitos, inviabilizando que a solução se converta em uma verdadeira tecnologia social.

Ao abordar a baixa adesão da comunidade à prática da coleta seletiva, foi levantada uma questão reflexiva: "*Se ninguém botar o lixo ali, adianta ter a lixeira?*". As respostas dos alunos a essa pergunta, como "*Ela [a lixeira] só vai ficar ali de enfeite*" e "*Não. Vai continuar sendo jogado o lixo onde não pode*", evidenciam a compreensão da necessidade de soluções que transcendam a criação de um artefato físico e mobilizem transformações comportamentais para que o impacto social seja efetivo. Esse fato destaca o avanço dos alunos no entendimento dos alunos sobre o conceito de tecnologia evoluindo de uma visão de "tecnologia milagrosa", onde máquinas solucionariam problemas de forma automática como proposto nas histórias narrativas, para uma compreensão mais ampla de "tecnologia processual", isto é, que considera a mudança de hábito e engajamento atitudinal.

Esse indício toca no conceito de "transbordamento social", compreendido como um processo que, no contexto do projeto, vai além da mera criação de aparatos físicos de coleta seletiva. Trata-se da mobilização ativa da comunidade para a construção de um ambiente mais sustentável, o que demanda um compromisso coletivo para o qual os alunos estão sendo preparados. A partir desse estágio, o processo de adequação e concretização do projeto foi planejado em etapas equivalentes à criação das soluções, de reprojetar ideias, planejar, pesquisar, prototipar e testar. Entretanto, novas estratégias foram integradas para transmutar o protótipo ao plano real.

7.3 O processo de transmutação: replanejamento e expansão do projeto

Após a apresentação da proposta, foi orientado que os alunos elencassem, individualmente, características que a lixeira deveria ter, justificando-as. Também foi dada a opção de fazer desenhos representativos das ideias, já que é uma forma de expressão mais natural às crianças. Reforçou-se aos alunos o propósito da nova etapa: criar uma 'lixeira[13]' para armazenar pilhas para reciclagem. Um dos alunos levantou a seguinte pergunta: "*É para ter outro plano de lixeira*?". Esclareceu-se que seria

[13] O uso do termo "lixeira" foi continuado com os alunos para facilitar o entendimento e preservar a continuidade conceitual dos alunos considerando que, na primeira prototipagem, construíram de fato uma lixeira convencional. A palavra "coletor" poderia gerar dissociações.

necessário um novo planejamento, embora ideias do projeto anterior pudessem ser exploradas, já que a finalidade seria distinta e agora o projeto ultrapassaria o protótipo para um plano real.

Após o momento de reflexão pessoal, cada aluno deveria apresentar suas ideias, promovendo uma análise coletiva das propostas, efetividade e pertinência das características propostas. Nesse momento de *brainstorming*, as sugestões mais pertinentes foram registradas, com foco em pensar nas próximas etapas do planejamento e no desenvolvimento de um protótipo final.

O compartilhamento das ideias revelou que os alunos estavam conseguindo definir características funcionais para o coletor e começaram a idealizar seus projetos em termos práticos. Além disso, pensaram em materiais viáveis em conformidade às funções projetadas. Os registros indicam que os alunos conseguiram estabelecer conexões entre as discussões realizadas e soluções práticas, sinalizando um avanço significativo na construção de uma consciência transformadora, essencial para a materialização de projetos sociais e ambientais. Inclusive, há citação de materiais reaproveitados, agregando uma visão ainda mais sustentável às idealizações. Algumas das características sugeridas pelos alunos foram:

"tem que ter um litro de gasolina vazio e cortado e leve"

"uma esponja [...] debaixo da sacola, porque a pilha pode explodir e ela pode absorver"

"ter uma sacola para segurar as pilhas"

"plástico transparente que dá pra ver o que está dentro"

"alta e tapada com alumínio"

"[...] de ferro com telhado para não chover dentro"

"com uma placa: coloque a pilha [...]"

"tampa que abre e fecha para colocar a pilha"

"telhado resistente"

"com uma estaca de madeira na terra"

"com decoração"

"de ferro para não ser destruída por um temporal"

"teto de guarda-chuva"

"A lixeira tem que ser média."

A capacidade de pensar em aspectos estruturais do coletor, como proteção a intempéries (“de ferro para não ser destruída por um temporal”, telhado resistente”, “teto de guarda-chuva”), funcionalidade prática (“tampa que abre e fecha para colocar a pilha”, “plástico transparente que dá pra ver”, “uma sacola para segurar as pilhas [conforme relato, para retirar as pilhas do coletor]”) e ergonomia (“A lixeira tem que ser média.”), demonstra que os alunos estão assimilando, ainda que em nível introdutório, conceitos de *design* e engenharia voltados para a sustentabilidade. Eles não apenas idealizam, mas refletem sobre a viabilidade e a eficácia do projeto.

A sugestão de incluir uma placa (“com uma placa: coloque a pilha” e “tem que ter cartaz nela escrito”) indica que os alunos compreendem a necessidade de engajar a comunidade no uso correto da lixeira, identificando a tipologia de material. Esse elemento evidencia que, além de projetar a solução, eles já percebem a importância da adesão da população, que foi uma preocupação discutida na etapa anterior. Isso sugere um amadurecimento para o ativismo ambiental, em que a transformação não ocorre apenas por meio da implementação de um objeto, mas pela mobilização social.

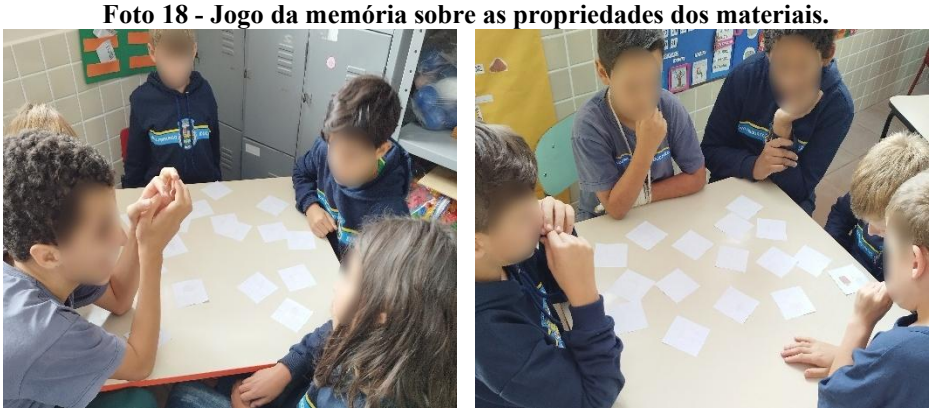
Recordando a experiência de construção dos carrinhos na fase de mobilização de habilidades, bem como da criação do primeiro protótipo da lixeira na fase 4, foi reforçado aos alunos a importância de ter um planejamento visual bem definido para representar as características antes de começar a construção. Foram apresentados aos alunos três exemplos de desenhos projetivos que culminam em construções reais: uma casa, um carro e um *playground* infantil. O objetivo foi refletir sobre a importância de se pensar nos detalhes para que a construção final seja efetiva, bem como a importância de prototipar um projeto antes de efetivá-lo. A análise de cada caso envolveu a relevância do projeto em termos da questão dimensional, funcionalidades, seleção de materiais e respectivas quantidades.

Percebendo que os alunos sugeriram aplicação de certos materiais no projeto, planejou-se um momento de reflexão em torno desses materiais e suas propriedades, a fim de ampliar os conhecimentos para escolhas eficientes. Os estudantes foram questionados sobre os tipos de materiais que conheciam, e suas respostas foram listadas no quadro. Em seguida, foram levantadas discussões sobre as diferenças entre esses materiais e suas características específicas.

Como parte do processo de ensino-aprendizagem, foi exibido um vídeo educativo

(disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=0K93zDxPA9Y) que aborda as propriedades dos materiais de forma didática e acessível para o público infantil. Foi aplicado um jogo da memória temático desenvolvido pela docente-pesquisadora (APÊNDICE II) associando diversos materiais às suas respectivas propriedades, bem como aspectos positivos e negativos de cada um deles. Essas atividades foram aplicadas como alternativa ao processo de pesquisa teórica conduzida pelos alunos, considerando a otimização de tempo e uma abordagem dos conceitos de forma divertida e interativa (foto 18). Além de estimularem a memorização, já que esses fundamentos serviriam como base para que os alunos avaliassem quais materiais atendiam às necessidades do projeto conforme as escolhas estruturais que iriam assumir.

Foto 18 - Jogo da memória sobre as propriedades dos materiais.



Fonte: próprio autor.

A partir desse embasamento, foi introduzida a questão da sustentabilidade como um critério fundamental para a seleção dos materiais. Os alunos foram questionados sobre o que consideram um material sustentável, com o objetivo de estimular a reflexão crítica sobre o impacto ambiental das escolhas. Para orientar a discussão, foram utilizadas perguntas norteadoras, tais como:

- “Esse material é durável?”
- “Pode ser reaproveitado?”
- “É fácil de encontrar onde moramos?”
- “É barato?”
- “Quais são os pontos positivos e negativos desse material?”

Essas perguntas permitiram que os alunos analisassem os materiais não apenas sob a perspectiva funcional, mas também considerando os pilares da sustentabilidade: fatores ambientais, econômicos e sociais.

Os alunos foram organizados em três grupos para facilitar a colaboração e a troca de ideias, como retratado na foto 19. Cada grupo revisou as características previamente elencadas para a lixeira por cada integrante, selecionando, coletivamente, aquelas que seriam incorporadas ao projeto.

Foto 19 - Planejamento do protótipo do coletor de pilhas.



Fonte: próprio autor.

Durante esta etapa, os estudantes discutiram e anotaram as características essenciais, como tamanho, forma, tipo de abertura, tipos de materiais e funcionalidades específicas. Para aprofundar a reflexão, os alunos foram incentivados a justificar por que cada característica era importante para o objetivo do projeto. Destacam-se as seguintes respostas com as respectivas justificativas:

"[...] com placas – para facilitar identificação";

"um teto [...] para não entrar água dentro";

"Seria alta (1,2 m) - para a água não derrubar e animais também e evitar acidentes";

"Teria que caber 100 pilhas e ter uma porta para tirar - teria que caber mais para não dar trabalho de ficar tirando as pilhas";

"Um saco removível de tecido - para retirar as pilhas";

"Teria que ser de ferro - pois é forte para proteger";

“Ter uma esponja no fundo - para absorver líquidos tóxicos”;

“Uma abertura móvel na parte frontal para ficar mais fácil de botar o lixo [o material]”;

“Suporte de bambu - pois é resistente e durável e fácil de conseguir aqui”;

“Parafusar as laterais para prender e não cair e para aguentar mais peso”;

“Ser do tamanho de um galão - pois pode ‘abrigar’ várias pilhas”;

“Usar madeira - para deixar o galão suspenso do chão”;

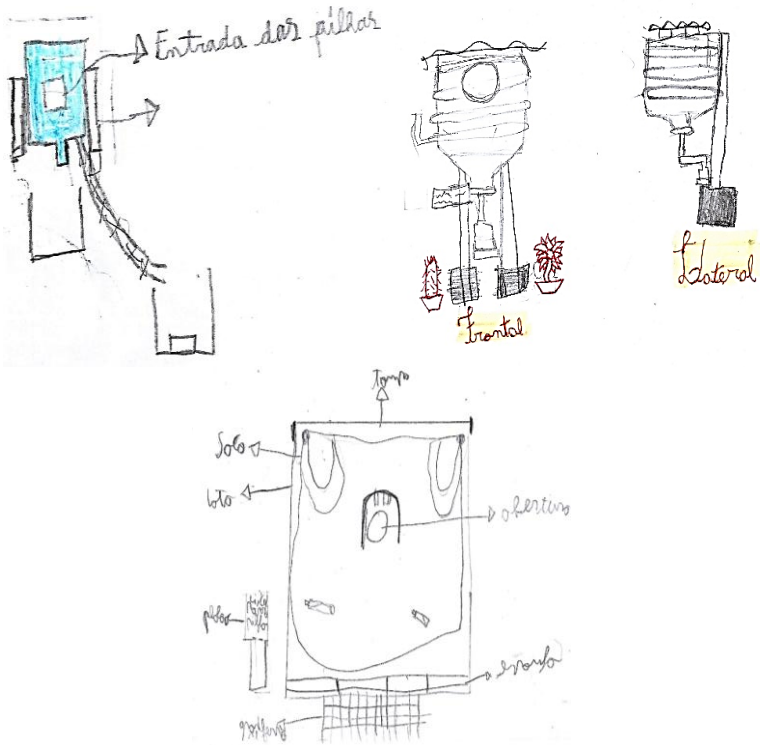
"Usar uma lata para botar no pé da madeira”.

As justificativas apresentadas pelos alunos confirmaram um amadurecimento significativo na capacidade de propor soluções funcionais e sustentáveis. Demonstram um entendimento dos aspectos técnicos para a viabilidade da lixeira, considerando fatores como resistência, acessibilidade, segurança e capacidade de armazenamento. A justificativa para o uso de materiais específicos, como ferro (“pois é forte para proteger”), bambu (“pois é resistente e durável e fácil de conseguir”) e o tecido (“para retirar as pilhas”), indica que eles não apenas escolheram elementos aleatoriamente, mas refletiram sobre suas propriedades e adequação aos propósitos projetados conforme os conhecimentos explorados anteriormente. Apesar de existirem aspectos questionáveis quanto às escolhas de materiais deste momento, foi possível observar uma correlação entre as questões conceituais e a aplicação prática.

Há indícios de que os alunos não apenas idealizaram a estrutura, mas também anteciparam desafios técnicos e pensaram em estratégias para solucioná-los. Mencionarem as ações de “parafusar as laterais para prender o bambu e não cair e para aguentar mais peso” e "usar uma lata para botar no pé da madeira”, indicam uma habilidade de prever problemas, no caso, de estabilidade como possíveis tombamentos, e propor soluções antes da concretização do projeto.

Com base nas características elegidas, cada grupo foi orientado a elaborar um planejamento visual representativo do coletor idealizado, conforme são apresentados na figura 8.

Figura 8 - Planejamento dos protótipos de coletores.



Fonte: próprio autor.

Conforme já abordado nesta pesquisa, as crianças se encontravam em uma faixa de desenvolvimento do pensamento operacional concreto com forte ênfase em elementos tangíveis e limitações para abstrações complexas. No entanto, ao longo da experiência do projeto, os alunos passaram a desenvolver habilidades operatórias mais avançadas, aproximando-se de um raciocínio mais formal e aplicável. A transição para representações mais realistas e fundamentadas indica o desenvolvimento de habilidades de planejamento e projeção, preparando-os para ações mais complexas, como o ativismo ambiental.

7.4 Do protótipo à realidade: a aplicação social do projeto

A partir dos projetos elaborados, alcançou-se o estágio de construção do protótipo, momento em que os alunos tiveram a oportunidade de materializar suas ideias em soluções concretas. Para viabilizar esse processo, foram disponibilizados diversos materiais adequados à prototipagem. Mesmo com assessoria da docente-pesquisadora, do coorientador e estagiários, os alunos demonstraram alto grau de autonomia nas decisões e ações de produção. Se basearam autonomamente nos planejamentos estruturados conforme esperado, sempre realizando análises de equipe. Também demonstraram

proatividade na identificação de melhorias ou ajustes a serem feitos. Outro importante aspecto observado foi que todas as equipes partiram da estrutura básica da lixeira, o "corpo" do produto. Esse padrão pode ser interpretado como um indicativo da forma como os alunos internalizaram os princípios do *design* e da engenharia, concebendo uma lógica de etapas em que é coerente ter uma base estrutural antes da inserção de funcionalidades adicionais. Os estágios de prototipagem bem como os produtos finais são expressos na foto 20 a seguir.

Foto 20 - Prototipagem do coletor.



Fonte: próprio autor

Visando garantir que o projeto atendesse às demandas e limitações do contexto real, os alunos foram conduzidos ao local destinado à instalação da lixeira. Essa etapa teve como propósito fomentar uma reflexão crítica sobre variáveis ambientais e

estruturais, tais como o espaço disponível, as condições do solo, a acessibilidade, a exposição a intempéries e a disposição dos demais coletores já existentes. Dessa forma, buscou-se aprimorar a capacidade dos estudantes de analisar e adaptar suas propostas às condições concretas do local.

A partir da visita de campo retratada na foto 21, os alunos puderam realizar uma análise contextualizada do ambiente em que o coletor seria instalado, identificando desafios concretos que poderiam comprometer a funcionalidade do projeto. Um dos aspectos observados foi a presença de água acumulada em alguns dos coletores já instalados, o que foi prontamente reconhecido pelos estudantes como um problema associado ao risco de proliferação do mosquito transmissor da dengue. Essa constatação reforçou as projeções de inclusão de coberturas para não entrar água.

Foto 21 - Visita de campo ao local de instalação do coletor.



Fonte: próprio autor.

Além disso, os alunos identificaram o descarte de resíduos que não correspondiam à tipologia prevista para cada recipiente. Essa percepção destacou a relevância das placas de identificação sugeridas durante as etapas anteriores do planejamento. O

reconhecimento da necessidade de uma comunicação visual clara para orientar a correta utilização do coletor evidencia um avanço na compreensão dos estudantes sobre a relação entre *design*, funcionalidade e comportamento social.

Outro ponto de análise foi a estrutura de entrada do material no coletor. Durante a observação, os alunos verificaram que o coletor de tampinhas de garrafa apresentava limitações de acesso, impossibilitando o descarte de tampas de tamanhos maiores. Esse fator gerou reflexões sobre a aplicabilidade da mesma questão ao projeto do coletor de pilhas, uma vez que esses resíduos possuem diferentes dimensões e espessuras. Tal observação corroborou para reflexão de um *design* que garantisse a adequação às variadas formas e tamanhos do material a ser coletado.

A estrutura de sustentação dos coletores também foi avaliada. Foi identificado que, além das estruturas laterais, que já haviam sido propostas em alguns dos projetos, a presença de uma base inferior contribuía significativamente para a estabilidade e resistência da estrutura. Essa percepção foi especialmente relevante diante do peso das pilhas, levando à necessidade de considerar reforços estruturais que garantissem a durabilidade e funcionalidade do coletor a ser implementado.

Dessa forma, a visita de campo não apenas permitiu uma avaliação mais precisa das demandas reais do ambiente, mas também proporcionou aos alunos a oportunidade de revisar e aprimorar suas propostas com base em uma abordagem fundamentada na análise contextual. Para tal, foi mobilizado, já em sala, um processo de análise coletiva dos protótipos desenvolvidos pelas equipes. A foto 22 retrata que os alunos foram incentivados a testar os protótipos para identificar aspectos positivos e negativos de cada projeto, avaliando critérios como funcionalidade, praticidade e adequação ao contexto local. Essa dinâmica permitiu o diagnóstico das características mais efetivas para a construção de um coletor real de pilhas, integrando as melhores soluções apresentadas por todas as equipes.

Foto 22 - Testagem e análise dos protótipos.



Fonte: próprio autor.

O objetivo central dessa atividade foi consolidar uma única proposta final da turma, que reunisse as contribuições mais relevantes e funcionais dos diferentes projetos. Tal abordagem colaborativa não apenas enriqueceu o processo de tomada de decisão, mas também evidenciou o potencial de preparo dos alunos para engajamentos concretos e para a mobilização de soluções sustentáveis no âmbito comunitário.

Em termos do transbordamento social, em que estratégias educacionais são voltadas ao espaço comunitário, a análise criteriosa das propostas desenvolvidas é essencial, pois permite a incorporação de diferentes perspectivas e contribuições. Ao reconhecer que cada sugestão pode agregar valor ao projeto final, os alunos exercitam não apenas a capacidade de adaptação e aprimoramento, mas também desenvolvem competências relacionadas à negociação, ao consenso e ao respeito pela diversidade de ideias. Esse processo dialógico e de escuta ativa se estabelece como um componente relevante do processo de aprendizagem *CPbL*, garantindo que a implementação concreta da solução ocorra de maneira colaborativa e alinhada à realidade local.

Com base nos critérios previamente discutidos, foram definidos elementos estruturais essenciais para a composição do projeto final. De forma democrática, os alunos selecionaram os sistemas mais adequados entre os diferentes projetos elaborados

pelas equipes, contemplando aspectos como mecanismos de depósito, coleta, estrutura de sustentação, reservatório e demais elementos adicionais. Cada escolha foi justificada a partir da viabilidade técnica e da adequação ao contexto de implementação, sendo elaborado um registro sistematizado no quadro da sala de aula. O quadro 7 sintetiza as decisões tomadas:

Quadro 7 - Características definidas para o projeto final.

Mecanismo	Projeto
Abertura	Projeto 3 – cobertura removível; Projeto 2 – entrada frontal e coberta;
Reservatório	Projeto 2 – galão de água
Sustentação	Todos – suportes laterais e base plana inferior.
Coleta	Projeto 1 – saquinhos coletores com alças
Identificação visual	Projeto 3 – placa indicando tipo de material

Fonte: próprio autor.

No mesmo evento, os materiais necessários para a confecção do coletor foram estabelecidos coletivamente. Considerando critérios de acessibilidade e reaproveitamento de recursos, alguns alunos, de forma autônoma, assumiram a responsabilidade de contribuir com algum material. Por exemplo, o filho de um mecânico se propôs a levar parafusos enquanto o aluno cujo pai atua na empresa de água mineral, traria um galão. Essa etapa reforçou a importância da colaboração e do senso de pertencimento ao projeto, promovendo o engajamento ativo dos estudantes na concretização da proposta.

Definido o projeto final, a etapa subsequente foi de construção efetiva do coletor. Diante da necessidade de manuseio de materiais mais robustos e potencialmente perigosos às crianças, houve uma inversão de papéis no processo: os alunos assumiram a função de mentores, enquanto os professores se tornaram os orientandos na execução do projeto. Essa estratégia buscou valorizar a autonomia dos estudantes, permitindo que atuassem ativamente na materialização de suas próprias propostas, ao mesmo tempo em que promovia uma postura protagônica.

A construção contou com a participação da professora-pesquisadora, do coorientador e de um professor-parceiro, cuja presença se mostrou essencial para atender às diversas demandas operacionais envolvidas na execução do projeto. Apesar da

inversão de papéis, os alunos não foram excluídos da etapa prática. Pelo contrário, desempenharam um papel ativo no auxílio de processos mais simples e na condução das atividades, intermediando a transposição do projeto do campo da idealização para a materialidade, conforme evidenciado na foto 23.

Foto 23 - Construção do coletor de pilhas.





Fonte: próprio autor.

Algumas ações de produção do coletor demandaram envolvimento de membros da comunidade local, como o processo de fixação do protótipo no local e a costura do saco de coleta em máquina de costura, a fim de aumentar sua resistência. A dinâmica colaborativa estabelecida entre alunos, professores e comunidade reforça a ideia de que a aprendizagem é um processo dialógico e coletivo no *CPbL*, no qual o conhecimento é construído de maneira compartilhada. A integração comunitária permite agregar ao projeto conhecimentos técnicos populares, demonstrando como as comunidades podem contribuir para a realização de projetos educativos e sociais.

Ademais, a experiência não apenas resultou na concretização do coletor, mas também contribuiu significativamente para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, como a liderança, a colaboração, escuta ativa e a capacidade de apresentação de ideias.

Um aspecto particularmente relevante desse processo foi a mudança atitudinal promovida entre os alunos, que se engajaram ativamente na coleta seletiva de materiais, incluindo pilhas para serem depositadas no novo coletor, mesmo antes de ele estar completamente pronto para utilização. Essa ação reflete uma mudança atitudinal significativa, evidenciando que os alunos não apenas desenvolveram uma solução, mas também é proeminente um novo comportamento em relação ao descarte de materiais. Este movimento pode ser interpretado como um reflexo do impacto potencial das tecnologias sociais, cujos efeitos não se limitam à implementação de uma solução prática e expressa em um aparato, mas também geram transformações comportamentais na comunidade.

Ao instalar o coletor (foto 24), alguns membros da comunidade tiveram envolvimento com a ideia, demonstrando um compromisso com a ação, ao se prontificarem a utilizar o coletor para depositar as pilhas. Muitos inclusive afirmaram

lançar o material no lixo comum, mesmo sabendo dos riscos de contaminação. Tal engajamento reflete a viabilidade da solução, que deixou de ser uma ideia conceitual para se tornar uma prática concreta, promovendo a conscientização e a ação colaborativa. Essa transição do ideal para a prática pode ser entendida como um indicativo de que as soluções criadas no processo educativo do *CPbL* não apenas têm a capacidade de ser absorvidas pela comunidade, mas também de gerar mudanças comportamentais significativas atingindo o plano de inovação social.

Foto 24 - Coletor instalado na comunidade.



Fonte: próprio autor.

Contudo, para compreender de maneira mais profunda as dinâmicas que envolvem esse processo de transformação socioambiental, é imprescindível a realização de estudos mais específicos que investiguem de forma integral os fatores que influenciam a adesão e aplicação de tais práticas pela comunidade. Isso permitiria identificar elementos-chave que favorecem a efetivação dessas mudanças, além de oferecer *insights* para o

desenvolvimento de soluções semelhantes em outros contextos. A análise de tais fatores seria essencial para aprimorar a compreensão sobre como as tecnologias sociais podem promover não apenas inovações práticas, mas também transformações sustentáveis no comportamento coletivo, garantindo uma relação consciente com a qualidade de vida local e do planeta.

8. Conclusão

A articulação entre os princípios freirianos, a visão experiencial de Dewey, a abordagem CTS/CTSA e o *PBL* na concepção do *CPbL* demonstra que a educação científica, quando contextualizada à realidade dos estudantes, pode transcender a mera transmissão de conceitos e se tornar um instrumento de ação crítica e transformação social. Como evidenciado na pesquisa empírica, essa abordagem não apenas aproxima os alunos de questões socioambientais, mas também os capacita a reconhecer problemas locais como passíveis de intervenção, rompendo com a naturalização de condições adversas.

Nesse sentido, o reconhecimento dos problemas reais da comunidade é um passo fundamental para viabilizar o transbordamento social, isto é, para que as soluções advindas de um processo educativo se tornem efetivamente aplicáveis no cotidiano local. Entretanto, como evidenciado na pesquisa, os alunos inicialmente não relacionavam diretamente os desafios de sua própria comunidade a problemáticas sociais mais amplas, demonstrando a necessidade de um percurso de aprendizagem estruturado para afinar a percepção crítica e contextualizar os conhecimentos escolares à realidade local.

A partir da implementação prática do projeto, observou-se que a primeira etapa foi essencial para consolidar habilidades e promover uma imersão inicial no processo de aprendizagem baseada em projetos. A relação entre aprendizagem e experiência, um dos pilares do *CPbL*, se mostrou um desafio para os alunos ao necessitarem aplicar autonomamente conceitos teóricos de forma prática. A necessidade de estruturar estratégias didáticas que favoreçam maior autonomia no pensamento projetual, criatividade e aplicação consciente dos conceitos explorados demonstra que a abordagem *CPbL* deve ser planejada como um processo em camadas progressivas e espirais, no qual cada etapa prepara os alunos para desafios mais complexos.

A dificuldade inicial na problematização das condições locais demonstra que a identificação de problemas sociais e ambientais supera a simples exposição a eles, envolvendo também a maneira como essas questões são interpretadas social e culturalmente. A concepção de Dewey de que as experiências passadas moldam a percepção e as respostas do sujeito explica por que os alunos, inicialmente, naturalizaram certos desafios ambientais e infraestruturais. Eram como "experiências rotineiras", não questionadas. O caso do abastecimento de água ilustrou essa desconexão, evidenciando a

necessidade de mediação para transformar vivências cotidianas em reflexões críticas.

Ao introduzir novas experiências, como investigar e documentar problemas na comunidade e desenvolver soluções com propósitos realísticos, o projeto atingiu potencial de ruptura no ciclo de hábitos perceptivos responsáveis pela compreensão passiva de certas condições. A partir dos estágios percorridos, foi sendo cultivada uma consciência transformadora e uma experiência de cidadania ativa. Desse modo, foram consolidados pilares para que tal exercício cidadão seja sustentado ao longo de toda vida do indivíduo.

A experiência revelou a evolução do entendimento dos alunos em termos das soluções projetadas aos problemas identificados. A tendência inicial de pensar em "máquinas mágicas" capazes de resolver problemas de forma automática foi sendo “substituída” pelo reconhecimento gradual da complexidade dos problemas. Também passaram a perceber que a resolução desses desafios exige mais do que invenções tecnológicas, mas sim a integração de processos atitudinais coletivos, destacando a importância engajamento cívico. À medida que o projeto avançava, os alunos puderam observar diretamente o impacto da mobilização comunitária na resolução de uma problemática. Embora o protótipo de coletor tenha sido desenvolvido com eficiência, a adesão da comunidade à prática da coleta seletiva mostrava-se um entrave.

A reflexão dos alunos sobre a eficácia das soluções sem o envolvimento da população reforça a compreensão de que mudanças estruturais exigem não apenas a criação de artefatos, mas a transformação de atitudes. As sugestões de incluir placas informativas sobre o uso adequado da lixeira para pilhas demonstram um amadurecimento no entendimento de que um projeto não deve ser somente funcional, mas também educativo e socialmente engajador. Essa percepção é central para o transbordamento social, pois destaca que a verdadeira inovação social vai além da concepção de novas tecnologias, exigindo, principalmente, transformações comportamentais e a mobilização ativa da comunidade, assumindo a responsabilidade pela manutenção da qualidade de vida local.

O *Community Project-Based Learning* possibilitou que os estudantes assumissem uma postura de protagonismo, desenvolvendo uma postura mais ativa frente à realidade ao seu redor, fortalecendo o protagonismo infantojuvenil na construção de soluções sociais. A investigação comprovou que as crianças são capazes de participar de decisões

e propostas para vários problemas, inclusive socioambientais, desde que através de processos ajustados à perspectiva infantil. A intervenção pedagógica com esse público exige abordagens que tornem os impactos sociais da degradação ambiental mais palpáveis e acessíveis à linguagem e expressividade da faixa etária. O estudo revelou que isso pode ser feito por meio de brincadeiras, histórias, jogos, visitas de campo e atividades manuais que relacionem a questão ambiental ao cotidiano da criança.

Esta investigação reafirma o potencial do *CPbL* na concepção de projetos educativos que partem das necessidades, saberes e experiências locais como base para a criação de inovação social. O território local não é apenas um cenário da aprendizagem, mas um campo de investigação e ação, onde os estudantes se tornam agentes ativos na criação ou adequação de soluções para as demandas da comunidade. Posicionar a escola básica como mobilizadora de práticas educativas conectadas à realidade local significa afirmar que a educação, quando organizada a partir da realidade e da participação ativa da comunidade, pode se tornar um instrumento de transformação social, produção de inovação e resistência frente às desigualdades estruturais.

O conceito de transbordamento social se concretiza na medida em que os alunos não apenas desenvolvem soluções a partir de problemas percebidos localmente, mas também transferem essas soluções para a realidade comunitária. Transpassa do criar para o aplicar. A correlação espontânea dos alunos entre o projeto e uma ação local, indica que o treino do olhar se consolidou, permitindo que os alunos estabelecessem relações entre o conhecimento escolar e as dinâmicas do meio em que vivem. O exemplo das lixeiras e a adaptação do protótipo para coletar pilhas é um reflexo claro dessa transição. A capacidade dos alunos de compreender a aplicação real de suas ideias e de colaborar com a comunidade local é indicativa de um aprendizado que transcende a sala de aula. Isso sugere que a aprendizagem foi, de fato, capaz de transbordar do ambiente escolar para o social, promovendo uma forma de intervenção comunitária que pode gerar impactos tangíveis.

Portanto, os dados demonstram que o *CPbL* foi efetivo ao estimular a percepção ambiental e social dos alunos, qualificando-os a identificar, interpretar e intervir no contexto comunitário. Essa mudança de postura reflete não apenas um ganho cognitivo, mas também uma transformação atitudinal, evidenciando o impacto do projeto na aquisição de competências e na formação cidadã dos estudantes. A integração entre

CTS/A mostrou-se fundamental para superar os limites de uma educação científica dissociada da realidade, consolidando-a como uma ferramenta de inovação e transformação social e eixo para uma sustentabilidade crítica e emancipatória, como defende Freire. O transbordamento social da aprendizagem, portanto, é evidenciado na capacidade dos alunos de integrar suas aprendizagens ao seu contexto local e de colaborar, em parceria com a comunidade, com a construção de um futuro mais sustentável e consciente.

A mudança atitudinal observada entre os alunos, que começaram a praticar a coleta seletiva de pilhas antes mesmo da conclusão do protótipo, aponta para o impacto profundo das tecnologias sociais no comportamento coletivo. Essa atitude ilustra como a solução proposta transcendeu a teoria para se tornar uma prática real, potencialmente extensível à toda comunidade, incentivando ações colaborativas. Esse fenômeno sugere que o *CPbL* não só promove soluções práticas, mas também catalisa mudanças comportamentais importantes em nível local.

A necessidade de conciliar as atividades do *CPbL* com a carga curricular convencional demandou escolhas pedagógicas que restringiram o tempo disponível para aprofundamento em certas etapas do projeto, o que pode ter impactado o amadurecimento de algumas reflexões entre os estudantes. Outro aspecto relevante a ser destacado é a importância do suporte docente para implementação do projeto com professores parceiros. Essa assistência, além de permitir múltiplas perspectivas em torno do processo, assegurou melhor gestão das ações de projeto, em especial nas atividades práticas. A presença de mais mentores garantiu melhor suporte para organização e direcionamento de ideias, bem como a segurança dos alunos durante a manipulação de ferramentas e materiais.

Diante desse quadro, há indícios que os alunos avançaram para um engajamento mais ativo em propostas sustentáveis, indo além da conscientização passiva. Eles demonstram capacidade de idealizar soluções práticas, de compreender a importância da comunicação e mobilização social e associar conceitos técnicos ao impacto ambiental. Esse progresso é um indicativo positivo para a iminência do transbordamento, sinalizando que os alunos estão prontos para experimentar formas mais ativas de participação comunitária e ativismo ambiental.

O projeto demonstrou que soluções sustentáveis, como a colaboração entre alunos,

professores-pesquisadores e comunidade, podem ser viáveis e replicáveis. O processo educativo conduzido por soluções acessíveis diante de problemáticas reais evidencia o potencial das escolas para fomentar inovação social. Em todos os estágios, foi possível perceber a integração entre o cotidiano dos alunos e as interações familiares na concepção de ideias, conhecimentos e práticas. A partir do que Dewey aborda em torno da continuidade da experiência, a reelaboração das influências externas durante o processo *CPbL* pode consolidar uma base para que o caminho inverso também possa ocorrer. Isto é, que os alunos sejam veículos de transformação de hábitos e atitudes em suas famílias e, até mesmo, propagando novas perspectivas à toda comunidade.

A realização de estudos adicionais seria fundamental para entender melhor como a inovação social gerada pelo projeto foi percebida ou validada pela comunidade para além da participação dos alunos, o que ajudaria a expandir o desenvolvimento de soluções de inovação social através de processos educativos em outros contextos.

9. Referências

AGOSTINI, M. R. *et al*. **Uma Visão Geral Sobre a Pesquisa em Inovação Social: Guia Para Estudos Futuros.** DOI: http://dx.doi.org/10.15728/bbr.2017.14.4.2. 2017.

ANGOTTI, José André Peres; AUTH, Milton Antonio. **CIÊNCIA E TECNOLOGIA: IMPLICAÇÕES SOCIAIS E O PAPEL DA EDUCAÇÃO.** Ciência & Educação, [*s. l*], v. 7, n. 1, pág. 15-27, 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/ciedu/a/cpQBQWf3L6SQWqnff9M4NrF/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 03 jun. 2024.

ARCHANJO, Miguel de; TORMOHLEN, Simoni. **A tecnologia social no contexto da educação socioambiental crítica: uma ação educativa societária.** Rev. Fac. Cienc. Tecnol., Bogotá, n. 51, p. 317-335, jun. 2022. Disponível em <http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-38142022000100317&lng=en&nrm=iso>. Acessado em: outubro de 2024.

ARCHANJO, Miguel de; TORMOHLEN, Simoni. **A TECNOLOGIA SOCIAL NA PROGRAMAÇÃO DE UM CURRÍCULO CRÍTICO-TRANSFORMADOR NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS.** Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte), v. 23, pág. 1-21, 2021. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172021230112. Acesso em: 14 nov. 2023.

AULER, D.; DELIZOICOV, D. **Investigação de Temas CTS no contexto do Pensamento Latino-Americano.** Linhas Críticas, v.25, n. 45, pág. 275-296, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.26512/lc.v21i45.4525.

BARDlN, L. (1977). **Análise de conteúdo.** Lisboa edições, 70, 225.

BENDER, William N. **Aprendizagem baseada em projetos: Educação diferenciada para o século XXI.** 1. ed. Porto Alegre: Penso, 2014. ISBN 978-85-8429-001-7.

BERBEL, N. A. N. **As metodologias ativas e a promoção da autonomia de estudantes.** Ciências Sociais e Humanas, Londrina, v. 32, n. 1, pág. 25-40, jan./jun. 2011.

BEVILAQUA, Aluisio Pampolha. John Dewey e a Escola Nova no Brasil. **Ciência & Luta de Classes**, v. 1, n. 1, 2021.

BOGDAN, Roberto C., BIKLEN, Sari Konppág. **Investigação Qualitativa em Educação**. Portugal: Porto Editora, 1994.

BONFIM, Hanslivian Correia Cruz; GUIMARÃES, Orliney Maciel. **A abordagem CTS no ensino de ciências nos anos iniciais do ensino fundamental: um caminho para a cidadania.** EDUCERE: XII congresso nacional de educação, Paraná, pág. 3727-3739, 2015 ISSN 2176-1396. Disponível em: https://educere.bruc.com.br/arquivo/pdf2015/19862_8324.pdf. Acesso em: 12 maio 2022.

BOURSCHEID, Jacinta Lourdes Weber; FARIAS, Maria Eloisa. **A convergência da educação ambiental, sustentabilidade, ciência, tecnologia e sociedade (CTS) e ambiente (CTSA) no ensino de ciências**. Revista Thema, v.11, n. 01, pág. 24-36, 2014

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular.** Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

CABRAL, Raquel; GALVÃO, Thiago Gehre (editores). **Guia agenda 2030 – Integrando ODS, Educação e Sociedade. 2024.** Disponível em: https://www.guiaagenda2030.org/_files/ugd/7d2da8_d642781190ea40d0a49b982d20cde36f.pdf. Acessado em: 18/02/2025

CHEPKUTO, Willian. K; MAGAK, Grace Barno; SHADRACK, Saina. **Effectiveness of Community Based Learning: A Review of its Application in the Kenyan Situation.** International Journal of Research and Innovation in Social Science, v. 5, n. 4, pág. 199–205, 2021. Disponível em: https://ideas.repec.org/a/bcp/journl/v5y2021i4p199-205.html. Acessado em 14/01/2025.

DE GRAAFF, E.; KOLMOS, A. **History of problem-based and project-based learning.** In: Management of change. [s.l.] Brill Sense, 2007. pág. 1–8

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos.** São Paulo: Cortez, 2002.

DEWEY, John. **Democracia e educação**. Tradução de Godofredo Rangel e Anísio Teixeira. — 4. ed. — São Paulo: Ed. Nacional, 1979.

DEWEY, John. **Experiência e educação.** Tradução de Renata Gaspar. Petrópolis-RJ: Vozes, 1971, 2023.

FLICK Uwe. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Tradução Joice Elias Costa. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 405 págs., 2009.

FORNELI, Patricia Marques. **O DESENVOLVIMENTO INFANTIL SEGUNDO PIAGET, VIGOTSKY E WALLON**. Revista Sl Educacional, São Paulo, v. 26, n. 3, pág. 240-256, mar. 2021. Disponível em: https://www.sleditora.com/_files/ugd/235dad_123388fea01b4d2c9d7bedb1c550edf7.pdf#page=241. Acesso em: 07 ago. 2024.

FREIRE, Paulo. A importância do ato de ler: em três artigos que se completam. – São Paulo: Cortez, 1989. (Coleção polêmicas do nosso tempo; 4)

FREIRE, Paulo. Educação como prática da liberdade. Paz e Terra, 1967.

FREIRE, Paulo. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 69ª ed. Rio de Janeiro. Paz e Terra, 2021.

FREIRE, Paulo. Pedagogia do Oprimido. 17ª ed. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1987.

GADOTTI, Moacir. Educar para a sustentabilidade. **Inclusão Social**, v. 3, n. 1, pág. 75-78. Brasília, 2008. Disponível em: https://revista.ibict.br/inclusao/article/view/1624. Acesso em: 29 jun. 2024.

IBIAPINA, Ivana Maria Lopes de Melo; BANDEIRA, Hilda Maria Martins; ARAUJO, Francisco Antonio Machado – organizadores. Pesquisa colaborativa: multirreferenciais e práticas convergentes. 1ª edição. Piauí. 2016.

KHALIQ, S.; ALAM, M. T.; MUSHTAQ, M. **An Experimental Study to Investigate the Effectiveness of Project-Based Learning (PBL) for Teaching Science at Elementary Level.** International Journal of Academic Research in Progressive Education and Development, v. 4, n. 1, 4 fev. 2015.

KOLMOS, A., & DE GRAAFF, E. (2015). **Problem-based and project-based learning in engineering education: Merging models.** In O. B. Johri A (Red), Cambridge handbook of engineering education research. Cambridge University Press. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/290654067_Problem-based_and_project-based_learning_in_engineering_education_Merging_models. Acessado em: setembro de 2023

KUBIATKO, M.; VACULOVÁ, I. **Project-based learning: Characteristic and the experiences with application in the science subjects**. ResearchGate, v. 3, n. 1-2, pág. 65–74, 2011.

KUHLMAN, T.; FARRINGTON, J. **What is Sustainability?** 2010,2, 3436–3448.

LAMBROS, Ann. **Problem-Based Learning: from theory to practice.** In: ENCONTRO SOBRE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS ATRAVÉS DA 70 APRENDIZAGEM BASEADA NA RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS, Braga, Portugal. Atas, Braga: Instituto de Educação – Universidade do Minho, 2013

LORENZETTI, Leonir; DELIZOICOV, Demétrio. **ALFABETIZAÇÃO CIENTÍFICA NO CONTEXTO DAS SÉRIES INICIAIS.** Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 3, n. 1, pág. 45-61, jun. 2001. Disponível em: https://www.scielo.br/j/epec/a/N36pNx6vryxdGmDLf76mNDH/?format=pdf&lang=pt. Acesso em: 26 abr. 2024.

LÜDKE, Menga, ANDRÉ. Marli. E. D. A. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas.** [2. ed]. [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: E.PÁG.U., 2018.

MAESTRELLI, Sandra Godoi; LORENZETTI, Leonir. **A abordagem CTSA nos anos iniciais do ensino fundamental: contribuições para o exercício da cidadania.** Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática, v. 4, n. 1, 1 mar. 2021. DOI: https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i1.11608.

MAESTRELLI, Sandra Godoi; LORENZETTI, Leonir. **As relações CTSA nos anos iniciais do Ensino Fundamental: analisando a produção acadêmica e os livros didáticos.** Revista de Educação em Ciências e Matemática, Amazônia, v. 13, n. 26, pág. 05-21, 2017. Disponível em:

https://periodicos.ufpa.br/index.php/revistaamazonia/article/view/4308. Acesso em: 16 maio 2023.

MARKHAM, T., LARMER, J., & RAVITZ, J. **Aprendizagem baseada em projetos [recurso eletrônico]: guia para professores do ensino fundamental e médio**. Buck Institute for Education; tradução Daniel Bueno. – 2. ed. – Dados eletrônicos. – Porto Alegre: Artmed, 2008.

MARKULA, A.; AKSELA, M. The key characteristics of project-based learning: how teachers implement projects in K-12 science education. **Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research**, v. 4, n. 1, 6 jan. 2022.

MELAVILLE, Atelia; BERG, Amy C.; e BLANK, Martin J. **Aprendizagem baseada na comunidade: envolvendo os alunos para o sucesso e a cidadania.** *Parcerias/Comunidade*. 40. (2006). Disponível em: <https://digitalcommons.unomaha.edu/slcepartnerships/40>. Acessado em: out. 2023.

MUNARI, Alberto. **Jean Piaget.** Tradução e organização: Daniele Saheb. – Recife: Fundação Joaquim Nabuco, 156 pág.: il. – (Coleção Educadores), Editora Massangana. ISBN 978-85-7019-546-3. 2010.

MURARO, Darcísio Natal. **John Dewey e Paulo Freire: educação e transformação social.** Revista Lusófona de Educação, n. 58, pág. 151–166, 24 abr. 2022.

PÁDUA, E. M. M. **Metodologia da Pesquisa: abordagem teórico-prática**. 10ª ed. rev. e atual. Campinas, SP: Papirus, 2004.

ROSO C. C.; AULER, D. **A participação na construção do currículo: práticas educativas vinculadas ao movimento CTS.** Ciência & Educação (Bauru), vol. 22, núm. 2, abril-junio, 2016, ppág. 371-389 Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho São Paulo, Brasil

ROSO, C. C.; DELIZOICOV, D. **Transformações na Educação CTS: elementos a partir do conceito de Tecnologia Social.** XII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019. Disponível em: <https://abrapec.com/enpec/xii-enpec/anais/resumos/1/R0018-1.pdf>. Acesso em: 10 out. 2024.

SANTOS, J. da S., & GEHLEN, S. T. **O INSTRUMENTO DIALÉTICO-AXIOLÓGICO NA SELEÇÃO DE FALAS SIGNIFICATIVAS: EM BUSCA DE UMA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA ÉTICO-CRÍTICA.** *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)*, *23*, e24501. https://doi.org/10.1590/1983-21172021230111. 2021.

SANTOS, W. L. **Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica.** Revista Ciência & Ensino, Piracicaba, v. 1, número especial, pág. 1-12, 2007.

SCHIRMANN, Jeisy Keli *et al*. **Fases de desenvolvimento humano segundo Jean Piaget.** In: VI Congresso Nacional de Educação. 2019.

SILVA, Pedro Claesen Dutra. **Escolanovismo e nacional-desenvolvimentismo em Paulo Freire: críticas e polêmicas**. In: FÓRUM INTERNACIONAL DE PEDAGOGIA. Quixada (CE): FECLESC, 2010. pág.182-190. Disponível em: https://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/47302/1/2010_eve_pcdsilva.pdf Acessado em: 07/02/2025.

SOLOMON, Gwen. **Project-Based Learning: a Primer.** Technology & Learning. Janeiro de 2003. Disponível em: <https://www.academia.edu/2511006/Project_based_learning_A_primer.> Acesso em: 29/03/2022.

THIOLLENT, Michel. **Metodologia da pesquisa-ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

VALENTE, José Armando; ALMEIDA, Maria Elizabeth Bianconcini de; GERALDINI, Alexandra Fogli Serpa. **Metodologias ativas: das concepções às práticas em distintos níveis de ensino.** Revista Diálogo Educacional, v. 17, n. 52, pág. 455-478, abr./jun, Curitiba, 2017.

APÊNDICE I – Autorização institucional para pesquisa

CEFET/RJ

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
CENTRO FEDERAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA CELSO SUCKOW DA FONSECA

CIÊNCIA, TECNOLOGIA E EDUCAÇÃO

CARTA DE AUTORIZAÇÃO PARA PESQUISA

Prezada diretora,

Na qualidade de pesquisadora do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) na linha de pesquisa Novas Abordagens em Educação e Tecnologia, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, venho por meio desta, solicitar autorização para desenvolver o meu projeto de pesquisa de Mestrado intitulado "APRENDIZAGEM BASEADA NA COMUNIDADE: O PROTAGONISMO INFANTIL MOBILIZANDO SABERES E COMPETÊNCIAS NA TRANSFORMAÇÃO DE UMA COMUNIDADE RURAL NO RIO DE JANEIRO" na unidade Escola Municipal Galdinópolis, localizada na Estrada Marcos Heringer, s/nº, Galdinópolis, Nova Friburgo-RJ.

O objetivo central da pesquisa é investigar como a Aprendizagem Baseada na Comunidade posiciona a escola como mobilizadora de projetos comunitários a partir da consolidação de competências e habilidades nos estudantes desde a infância. A mesma ocorrerá na turma em que a pesquisadora é regente a partir do envolvimento em atividades didáticas de um projeto transdisciplinar. As atividades ocorrerão durante o período normal de aulas e serão conduzidas pela pesquisadora devidamente preparada para aplicação das mesmas.

A pesquisa apresenta risco mínimo já que as atividades são educativas e são adaptadas ao contexto e às capacidades dos alunos. O acompanhamento constante da docente/pesquisadora será permanente na busca de suavizar quaisquer situações que comprometam a dinâmica natural da sala de aula.

Quanto aos benefícios advindos desse processo investigativo, a criação de soluções para problemas comunitários desafia os alunos a serem criativos, inovadores e a pensar em abordagens práticas e realistas, bem como promovem a capacidade de pensamento crítico. Também levam à compreensão de como ações individuais e coletivas podem impactar o meio ambiente, a economia e a sociedade, tornando-os mais conscientes de seu papel como agentes de mudança. As atividades são, em maior parte coletivas, incentivando o trabalho em equipe, a cooperação e a troca de ideias entre os alunos. Eles aprenderão a compartilhar responsabilidades, ouvir as opiniões dos colegas e chegar a soluções em conjunto, habilidades fundamentais para o desenvolvimento social. A proposta prepara os alunos não apenas para resolver problemas acadêmicos, mas também para enfrentar os desafios do mundo real com uma abordagem criativa e sustentável.

Certa em contar com vossa colaboração, coloco-me à disposição para eventuais esclarecimentos.

AUTORIZAÇÃO

Eu, Dilamar Eller da Cunha, RG 06.187.602-5, na condição de diretora da Escola Municipal Galdinópolis, fui informada dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e AUTORIZO o desenvolvimento das ações e pesquisa e coleta de dados na Unidade Escolar (UE). E. M. Galdinópolis

Dilamar Eller da Cunha Diretora Mat.990530 Dilamar Assinatura e carimbo da responsável pela UE	Nova Friburgo, 29/03/2023

Eu, Luciana Faltz dos Santos, obtive de forma apropriada a autorização para as ações de pesquisa na UE selecionada.

Luciana Faltz dos Santos Assinatura da pesquisadora	Nova Friburgo, 29/03/2023

Endereço: Av. Maracanã, 229 -, Rio de Janeiro - RJ, Pós-Graduação, Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE), Bloco E, 5º andar, Maracanã, Rio de Janeiro, CEP 20271-110

APÊNDICE II – Jogo da memória “propriedades dos materiais”

TECIDO



Contras:

- Não é resistente à água.
- Pode rasgar ou desgastar com o tempo.
- Pode não suportar muito peso.
- Menos resistente a impactos.

VIDRO



Contras:

- Frágil, pode quebrar facilmente.
- Pesado e difícil de moldar.
- Não é seguro para crianças cortarem.

MADEIRA



Contras:

- Pode ser difícil de cortar ou moldar sem ferramentas.
- Pesada, o que pode ser um problema para transporte e manuseio.
- Pode apodrecer se ficar muito tempo molhada.

METAL



Contras:

- Pode ser pesado e difícil de cortar.
- Trabalhar com metal pode exigir ferramentas especiais.
- Pode enferrujar se não for protegido e se entrar em contato com elementos químicos.

BORRACHA



Prós:

- ✓ É elástica e resistente a amassados e quebras.
- ✓ Impermeável e não absorve líquidos.
- ✓ Leve, fácil de cortar e moldar

BORRACHA



Contras:

- Se desgasta, resseca e perde elasticidade com o tempo
- Retém odores e manchas e pode ser mais difícil de limpar
- Não é tão simples encontrar nos formatos necessários

TECIDO



Prós:

- ✓ Flexível e fácil de manusear.
- ✓ Pode ser decorado facilmente.
- ✓ Reciclável e reutilizável.

VIDRO



Prós:

- ✓ Muito resistente e durável.
- ✓ Não enferruja e é resistente à água.
- ✓ Reciclável infinitamente.
- ✓ É transparente, permitindo que se veja o conteúdo.

PAPELÃO



Contras:

- ✗ Não é resistente à água e a peso.
- ✗ Pode rasgar facilmente se estiver molhado.
- ✗ Não é muito durável para uso prolongado.

PLÁSTICO



Contras:

- ✗ Demora muito para se decompor.
- ✗ Algumas formas de plástico são difíceis de cortar e modelar.
- ✗ Embora resistente, o plástico pode quebrar ou rachar ao longo do tempo.

BAMBU



Prós:

- ✓ Material natural, biodegradável e renovável.
- ✓ Cresce rapidamente e é comum na região.
- ✓ Leve, resistente e durável.

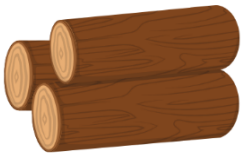
BAMBU



Contras:

- ✗ Menos resistente a condições úmidas ou muito secas.
- ✗ Precisa de tratamento especial para resistir a insetos e fungos.
- ✗ Exige trabalho de retirada e deslocamento.

MADEIRA



Prós:

- ✓ Muito resistente e durável.
- ✓ Pode ser pintada e decorada.
- ✓ Material natural e biodegradável.

METAL



Prós:

- ✓ Resistente e pode suportar muito peso e impactos.
- ✓ Reciclável e pode ser reutilizado várias vezes.
- ✓ Resistente à água e ao calor.

PAPELÃO



Prós:

- ✓ Leve e fácil de cortar.
- ✓ Reciclável e biodegradável.
- ✓ Pode ser encontrado facilmente e é barato.

PLÁSTICO



Prós:

- ✓ Resistente à água e durável.
- ✓ Pode ser moldado em diferentes formas.
- ✓ Bom para reutilização e reciclagem.
- ✓ É transparente, permitindo que se veja o conteúdo.