



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”

FACULDADE DE CIÊNCIAS – CAMPUS BAURU
PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA
(LINHA DE PESQUISA: CIÊNCIA, TECNOLOGIA, AMBIENTE E
DESENVOLVIMENTO HUMANO)

THIAGO PAOLI

**CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA CIDADÃ PARA O APRENDIZADO CIENTÍFICO
E AMBIENTAL DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE A
LUZ DA TEORIA DE VIGOTSKI**

BAURU
2025

THIAGO PAOLI

**CONTRIBUIÇÕES DA CIÊNCIA CIDADÃ PARA O APRENDIZADO CIENTÍFICO
E AMBIENTAL DE ESTUDANTES DA EDUCAÇÃO BÁSICA: UMA ANÁLISE A
LUZ DA TEORIA DE VIGOTSKI**

Tese de Doutorado apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação para a Ciência, na Linha de Pesquisa de Ciência, Tecnologia, Ambiente e Desenvolvimento Humano, da Faculdade de Ciências, da UNESP – Universidade Estadual “Júlio de Mesquita Filho”, para obtenção do título de Doutor, sob orientação da Profa. Dra. Maria de Lourdes Spazziani.

BAURU
2025

P211c	Paoli, Thiago Contribuições da Ciência Cidadã para o aprendizado científico e ambiental de estudantes da educação básica : Uma análise a luz da teoria de Vigotski / Thiago Paoli. -- Bauru, 2025 172 f. : tabs., fotos Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências, Bauru Orientadora: Maria de Lourdes Spazziani 1. Educação Ambiental. 2. Educação Básica. 3. Aprendizagem. 4. Engajamento Social. 5. Pesquisa-Qualitativa. I. Título.
-------	--



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

Câmpus de Bauru



ATA DA DEFESA PÚBLICA DA TESE DE DOUTORADO DE THIAGO PAOLI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DA FACULDADE DE CIÊNCIAS - CÂMPUS DE BAURU.

Aos 25 dias do mês de fevereiro do ano de 2025, às 14h, por meio de Videoconferência, realizou-se a defesa de TESE DE DOUTORADO de THIAGO PAOLI, intitulada **Contribuições da Ciência Cidadã para o aprendizado científico e ambiental de estudantes da Educação Básica: uma análise a luz da teoria de Vigotski**. A Comissão Examinadora foi constituída pelos seguintes membros: Profa. Dra. MARIA DE LOURDES SPAZZIANI (Orientador(a) - Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação / Instituto de Biociências Unesp Botucatu, Profa. Dra. CLAUDIA COELHO SANTOS (Participação Virtual) do(a) Departamento de Ciências Biológicas / Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Prof. Dra. YANINA MICAELA SAMMARCO (Participação Virtual) do(a) Departamento de Teoria e fundamentos da Educação / Universidade Federal do Paraná - UFPR, Profa. Dra. ANA CAROLINA BISCALQUINI TALAMONI (Participação Virtual) do(a) Universidade Estadual Paulista - São Vicente, Profa. Dra. ALICE ASSIS (Participação Virtual) do(a) Departamento de Física / Faculdade de Engenharia e Ciências - Unesp Guaratinguetá. Após a exposição pelo doutorando e arguição pelos membros da Comissão Examinadora que participaram do ato, de forma presencial e/ou virtual, o discente recebeu o conceito final: APROVADO.

_____. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que após lida e aprovada, foi assinada pelo(a) Presidente(a) da Comissão Examinadora.

Profa Associada Dra. MARIA DE LOURDES SPAZZIANI

Dedico este trabalho aos meus queridos avós, Luiz Aylton e Abgail, por sempre velarem por mim; à minha querida irmã Flávia e aos meus sobrinhos, Larissa e Juninho, que são o combustível para que eu continue sonhando com um mundo mais justo; e à Dona Monica, minha mãe e grande inspiração da minha vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, ao Deus Todo-Poderoso, meu alicerce em cada passo desta longa caminhada.

À minha orientadora, Profa. Associada Dra. Maria de Lourdes Spazziani, pela paciência, carinho e confiança depositadas em mim ao longo desses anos de parceria. Obrigado por transformar a minha jornada, professora.

Aos amigos que estiveram ao meu lado durante todo o processo e foram fundamentais em cada etapa deste trabalho: João Lucas Piubeli Doro, Francisco Ferrarini e Nijima Novello Rumenos. Minha gratidão profunda por cada palavra de apoio e gesto de amizade.

Ao meu diretor e amigo, João Alexandre Bergamini, por incentivar minhas pesquisas, abrir as portas da escola para este projeto e ser um parceiro constante nas conversas mais decisivas desta trajetória.

Aos irmãos da agrofloresta, Aderbal Neves e Marcos Delfino, com quem compartilho não só ideais, mas também sonhos e lutas. Que nossa parceria continue florescendo em novos projetos de Educação Ambiental.

Aos companheiros do GEPEASA – Unesp/Bauru: Lucas de Souza, Fábio Freitas, Igor Miras e Eliane Pinto, pela convivência, troca de ideias e estímulo intelectual.

Aos membros da banca: Profa. Dra. Ana Carolina Biscalquini Talamoni, Profa. Dra. Alice Assis, Profa. Dra. Cláudia Coelho Santos e Profa. Dra. Yanina Micaela Sammarco, pela leitura cuidadosa, pelo tempo dedicado e por tornarem este momento ainda mais especial. Meu agradecimento também aos suplentes excepcionais: Prof. Dr. Francisco Otávio Cintra Ferrarini, Profa. Nijima Novello Rumenos e Profa. Fernanda Cátia Bozelli, pela generosidade com que acolheram este trabalho.

Aos colegas docentes que colaboraram com afinco na formulação e execução deste projeto, permitindo que cada ação ocorresse da melhor forma possível. Minha sincera gratidão.

À minha pequena e calorosa família, meu porto seguro. À minha irmã Flávia e aos meus sobrinhos, Larissa e Juninho, que reacenderam minha esperança nos momentos mais duros da pesquisa.

Aos meus avós, que me ensinaram a sonhar e amar — virtudes fundamentais quando o caminho se torna árido.

E à Dona Mônica, minha mãe. Seu amor e seu exemplo de persistência me sustentaram e não me deixaram desistir.

*A mudança não virá se nós esperarmos por alguma outra pessoa ou algum outro tempo.
Nós somos aqueles por quem nós temos esperado. Nós somos a mudança que nós buscamos.*

Barack Obama

RESUMO

A presente pesquisa visa explorar alternativas para promover um ensino de Ciências que amplie a consciência socioambiental crítica dos alunos. A pergunta central da investigação é: “Um projeto de Educação Ambiental Sintrópica que utiliza a abordagem da Ciência Cidadã pode possibilitar a apropriação e valorização de conhecimentos científicos que contribuam para a transformação da relação entre ser humano, natureza e sociedade?” O objetivo geral é analisar, à luz de Vigotski, as contribuições de uma proposta de formação socioambiental mediada pela Ciência Cidadã para aprendizagem de conceitos científicos e o desenvolvimento de uma consciência socioambiental crítica e reflexiva. Para responder a essa pergunta, a pesquisa utilizou métodos qualitativos, empregando a pesquisa-ação e a pesquisa intervenção com a participação ativa dos sujeitos envolvidos. Os instrumentos de coleta de dados incluíram oficinas diagnósticas, intervenções educativas e observações de aula e entrevistas. Para analisar os dados em questão utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) combinada com algumas ferramentas da pesquisa qualitativa. Os resultados revelam que a abordagem da Ciência Cidadã em um projeto de Educação Ambiental Sintrópica não apenas facilitou a compreensão dos conceitos científicos, mas também promoveu o desenvolvimento de uma consciência socioambiental mais crítica. Além disso, a abordagem favoreceu a interação social, criando um ambiente colaborativo onde os alunos puderam discutir e construir conhecimento de forma conjunta. O engajamento dos estudantes nas atividades propostas e a aplicação prática dos conceitos em intervenções no ambiente escolar, como a construção de horta agroflorestal, indicam que a integração da Ciência Cidadã teve um impacto positivo, estimulando um aprendizado mais profundo e uma postura mais reflexiva em relação às questões ambientais.

Palavras-Chaves: Ensino de Ciências, Formação Socioambiental; Vigotski; Pesquisa Qualitativa; Educação Básica.

ABSTRACT

This research aims to explore alternatives to promote Science teaching that expands students' critical socio-environmental awareness. The central question of the investigation is: "Can a Syntropic Environmental Education project that uses the Citizen Science approach enable the appropriation and appreciation of scientific knowledge that contributes to the transformation of the relationship between human beings, nature, and society?" The general objective is to analyze, in the light of Vigotski, the contributions of a socio-environmental education proposal mediated by Citizen Science to the learning of scientific concepts and the development of a critical and reflective socio-environmental awareness. To answer this question, the research used qualitative methods, employing action research and intervention research with the active participation of the subjects involved. The data collection instruments included diagnostic workshops, educational interventions, classroom observations, and interviews. To analyze the data in question, we used Bardin's Content Analysis (2016) combined with some qualitative research tools. The results reveal that the Citizen Science approach in a Syntropic Environmental Education project not only facilitated the understanding of scientific concepts, but also promoted the development of a more critical socio-environmental awareness. In addition, the approach favored social interaction, creating a collaborative environment where students could discuss and build knowledge together. The students' engagement in the proposed activities and the practical application of the concepts in interventions in the school environment, such as the construction of an agroforestry garden, indicate that the integration of Citizen Science had a positive impact, stimulating deeper learning and a more reflective stance towards environmental issues.

Keywords: Science Teaching, Socio-Environmental Education; Vigotski; Qualitative Research; Basic Education.

LISTA DE SIGLAS

ATPCG	Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo Geral
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
CNEA	Conferência Nacional de Educação Ambiental
COOP	Cooperative Observer Program
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental
DCNEA	Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental
EA	Educação Ambiental
ECO-92	Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento
Inep	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
MEC	Ministério da Educação
Minc	Ministério da Cultura
MMA	Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal
OCDE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
ONGs	Organizações Não Governamentais
ONU	Organização das Nações Unidas
PCNS	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	Programa Internacional de Avaliação de Alunos
PNEA	Política Nacional de Educação Ambiental
PNUMA	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente
PPI	Projetos de Pesquisas Interdisciplinares
PRONEA	Programa Nacional de Educação Ambiental
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNESP	Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”
ZDP	Zona de Desenvolvimento Proximal

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Vertentes Político-Pedagógicas da Educação Ambiental	28
Figura 2: Mapa físico da cidade de Araçatuba	62
Figura 3: Painel utilizado na execução da oficina	65
Figura 4: Oficina de Sondagem com os docentes	67
Figura 5: Alunos participando da oficina	68
Figura 6: Linha do tempo do trabalho	74
Figura 7: Painel diagnóstico realizado na oficina de sondagem dos alunos.....	85
Figura 8: Canal do projeto no Youtube.....	91
Figura 9: Redes sociais do projeto.....	92
Figura 10: Site do Projeto	93

LISTA DE QUADROS E GRÁFICOS

Quadro 1: Principais definições sobre Ciência Cidadã	32
Quadro 2: Projetos de Ciência Cidadã no Brasil	34
Gráfico 1: Adequação da formação docente no Ensino Fundamental – Brasil 2022	41
Gráfico 2 : Adequação da formação docente no Ensino Médio – Brasil 2022.....	42
Quadro 3: Comparação dos ciclos investigativos.....	58
Quadro 4: Respostas dos professores sobre o resultado da Educação Ambiental no desenvolvimento científico e compromisso social na escola	76
Quadro 5: Atividades desenvolvidas na escola distribuída pelos eixos temáticos e pelas palavras chaves de cada tema	78
Quadro 6: Atividades propostas pelos docentes frente as demandas ambientais da escola	80
Quadro 7: Proposta de atividades levantadas pelos docentes frente a demanda ambiental da escola	82
Quadro 8: Problemas ambientais em torno da escola, iniciativas e sugestões levantadas pelos discentes.....	88
Quadro 9: Divisão dos Episódios de Ensino	96
Quadro 10: Categorias de Análise da Formação de Conceitos Científicos segundo Vigotski	97
Quadro 11: Articulação entre Conceitos Científicos e Socioambientais	111

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	15
INTRODUÇÃO	17
CAPÍTULO 1 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIÊNCIA CIDADÃ	23
1.1. Educação Ambiental: histórico	23
1.2. Vertentes da Educação ambiental.....	27
1.2.1. Educação Ambiental no Ensino Formal Brasileiro: Contribuições e Desafios.....	29
1.3. Ciência Cidadã: Origem, definição e tipologias	30
1.3.1. Tipos de Ciência Cidadã	36
1.4. Ciência Cidadã e Educação Ambiental: potencialidades de um diálogo	36
CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE CIÊNCIAS, A EDUCAÇÃO AMBIENTAL SINTRÓPICA E A CIÊNCIA CIDADÃ	39
2.1. O ensino de Ciências no Brasil	39
2.2. Educação Ambiental Sintrópica: Conceitos, Eixos e Aplicações	44
2.3. Potencialidades da Ciência Cidadã no ensino.....	46
2.4. Ensino e Sustentabilidade: A Integração entre Educação Ambiental Sintrópica (EAS) E Ciência Cidadã	48
CAPÍTULO 3 – TEORIA SOCIOCULTURAL DE VIGOTSKI E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS.....	50
3.1. Breve Biografia de Lev Semionovitch Vigotski	50
3.2. A Psicologia Histórico-Cultural de Vigotski.....	51
3.3. A Formação dos Conceitos Científicos	52
3.4. Conceitos Espontâneos e Conceitos Científicos	54
4. METODOLOGIA.....	56
4.1. Participantes da pesquisa e caracterização do local	60
4.1.1. Professores da unidade escolar	60
4.1.2. Alunos da oficina diagnóstica e da disciplina eletiva	61
4.2. Projeto “Educação Ambiental no desenvolvimento da Ciência Cidadã e o engajamento social”.....	63
4.3. Disciplina Eletiva Educação Ambiental e Sociedade – 2º Semestre de 2023.....	70
4.4. Procedimento de coleta de dados	71
4.5. Análise dos dados.....	72
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
5.1. As questões socioambientais da comunidade escolar frente ao conhecimento científico.....	75
5.1.1. Oficina de Sondagem – Professores.....	75
5.1.1.1. O papel da Educação Ambiental no desenvolvimento científico.....	75
5.1.1.2. Atividades já desenvolvidas pelos docentes na escola.....	77
5.1.1.3. Perspectivas dos educadores para o desenvolvimento da Educação Ambiental na escola frente às demandas ambientais.....	80
5.1.2. Oficina de Sondagem – Alunos.....	84
5.2. Pressupostos e atividades de Educação Ambiental Sintrópica, mediados pela Ciência cidadã.....	89
5.2.1. Formulação dos projetos de pesquisa de intervenção interdisciplinar	89
5.2.2. Período Pandêmico	91
5.2.3. Disciplina eletiva “Educação Ambiental e Sociedade – 2º Semestre/2023	95
5.3. A Compreensão de Conceitos Científicos no Saber Ambiental.....	97

5.3.1. Mediador de conhecimentos	98
5.3.1.1. Interações entre alunos	98
5.3.1.2. Interações entre professor e alunos	99
5.3.1.3. Interações entre o agroecólogo e alunos	100
5.3.2. Zona de Desenvolvimento Proximal.....	101
5.3.3. Superação de dificuldades com auxílio do professor	102
5.3.4. Relação Teoria – Prática.....	105
5.3.4.1. Reflexão sobre conceitos científicos aprendidos com base nos experimentos	105
5.3.4.2. Conexão entre as explicações teóricas e a observação prática.....	106
5.3.5. Contextualização e Transferência de Conhecimento	108
5.3.5.1. Aprendizagem em contextos significativos que favorecem a/ transferência e a aplicação do conhecimento em novas situações	108
5.4. A formação da consciência socioambiental	110
5.4.1. Reflexão Crítica sobre o Meio Ambiente.....	111
CONSIDERAÇÕES FINAIS	115
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	118
APÊNDICES	127
Apêndice A – Episódios de Ensino na íntegra	128
Apêndice B – Entrevista com alunos	167
Apêndice C – Entrevista com o professor parceiro da disciplina eletiva	169
ANEXOS	171
Anexo A – Ofício de autorização para participação dos estudantes	172
Anexo B – Perfil dos professores participantes da Oficina	173
Anexo C – Ementa da disciplina Educação Ambiental e Sociedade	174
Anexo D – Autorização para participação da pesquisa na eletiva “Educação Ambiental e Sociedade”.....	176

APRESENTAÇÃO

O presente trabalho, que resultou nesta tese de doutorado, teve sua criação iniciada no segundo semestre de 2019, com a aprovação do projeto “Ciência Cidadã no Desenvolvimento da Educação Ambiental e Engajamento Social”, submetido à chamada MCTIC/CNPQ Nº 05/2019 – Programa Ciência na Escola. Dentre centenas de propostas apresentadas, acredito que este projeto foi selecionado por sua ênfase na aplicação da Ciência Cidadã como abordagem pedagógica para o ensino da temática ambiental, atendendo à necessidade de desenvolver metodologias alternativas que promovam um ensino de Ciências mais eficaz e que contribua para o fortalecimento de uma consciência ambiental crítica.

O projeto foi concebido graças ao intenso trabalho dos pesquisadores do GEPEASA (Grupo de Estudos e Pesquisa em Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ambientalização) que se dedicaram incansavelmente à elaboração de uma proposta inovadora para o edital mencionado. Após sua aprovação, a professora Dra. Maria de Lourdes Spazziani, líder do grupo de pesquisa e responsável pelo projeto, escolheu minha escola, localizada na periferia de Araçatuba, como o espaço para o desenvolvimento das ações previstas no documento submetido ao CNPq. Como professor de Biologia da escola há 12 anos e membro fundador do grupo de pesquisa mencionado, senti-me profundamente honrado com o convite e motivado a implementar um trabalho de tamanha relevância na área da Educação Ambiental, especialmente em uma instituição pela qual nutro tanto carinho.

Minha trajetória acadêmica iniciou-se com a Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), concluída em 2007. Sempre nutri o desejo de retornar à universidade para cursar a pós-graduação em Educação. No entanto, devido às condições financeiras desafiadoras e à distância dos grandes centros, esse projeto acabou sendo adiado ao longo dos anos. Foi em 2015, contudo, que decidi enfrentar essas dificuldades e busquei informações sobre o Programa de Pós-Graduação em Educação para as Ciências da UNESP de Bauru. Entrei em contato com os orientadores que, à época, acreditava estarem alinhados à minha linha de pesquisa e, para minha sorte e felicidade, recebi uma resposta positiva da professora Lourdinha. Marcamos um encontro presencial para discutir o trabalho, e ficou acordado que, caso fosse aprovado no processo seletivo para o mestrado, ela se disponibilizaria para me orientar. Para minha decepção, não fui aprovado na seleção de 2015. No entanto, resolvi tentar novamente no ano seguinte, e, para a minha alegria, conquistei a aprovação no programa.

Motivado pelo compromisso com a educação e pelo desejo de aprofundar minha formação, mesmo diante de uma jornada extenuante de 48 horas de trabalho semanais, com a ajuda de Deus e da

minha orientadora, obtive o título de Mestre em Educação para a Ciência pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) em 2019. Durante essa etapa, foquei meus estudos em práticas pedagógicas, voltando-me especialmente para a reflexão e otimização do exercício docente.

Ao final de 2019, com a aprovação do projeto mencionado pelo CNPq, enxerguei no doutorado uma oportunidade promissora para investigar a Ciência Cidadã no ensino formal. Novamente sob a orientação da professora Lourdinha, tive o privilégio de desenvolver, por meio dessa parceria, o projeto que seria submetido ao processo seletivo do doutorado. Após todas as etapas da seleção, recebi a excelente notícia de que havia sido aprovado.

Com 17 anos de experiência na docência, sendo 13 deles dedicados à rede pública de ensino como professor de Biologia, construí uma carreira atuando em diferentes níveis educacionais. Minha trajetória é marcada por um compromisso constante pela busca da qualidade do ensino e pelo incentivo ao pensamento crítico dos estudantes, almejando contribuir para que a escola seja um espaço para a construção de saberes e transformação social.

INTRODUÇÃO

Do cenário de degradação ambiental com o qual ainda convivemos em pleno século XXI emerge a necessidade de se buscar soluções concretas para os problemas socioambientais, sobretudo aos que se mostrem mais contundentes. Neste contexto, a Educação Ambiental (EA) que, segundo Sorrentino *et al.* (2005, p. 288), objetiva “abrir espaços que possam contribuir para a melhoria da qualidade de vida dos seres humanos e de todas as espécies e sistemas naturais com os quais compartilhamos o planeta ao longo dos tempos”, assume importante papel na sociedade, especialmente quando desenvolvidos em diferentes espaços de formação.

Corroborando esta ideia, a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA), instituída pela Lei 9.795/99 (BRASIL, 1999), determina que o processo educativo ambiental seja desenvolvido em espaços formais, informais e não formais de educação, atendendo a sujeitos de diferentes faixas etárias no sentido de promoção de conhecimentos científicos, filosóficos e políticos.

O universo da EA é composto por uma diversidade de atores, grupos e instituições sociais que compartilham valores e normas comuns, diferenciando-se com relação às suas concepções sobre meio ambiente, questões ambientais e, conseqüentemente, com respeito às suas propostas políticas, pedagógicas e epistemológicas. Esses diferentes grupos e forças sociais disputam a supremacia do campo e a possibilidade de orientá-lo de acordo com sua interpretação da realidade e de seus interesses, os quais oscilam entre tendências à conservação ou à transformação das relações sociais, bem como do modo como a sociedade se relaciona com o ambiente (Brasil, 1999).

Nesse contexto, é fundamental a diversificação dos ambientes de ensino a fim de ampliar as possibilidades para a construção dos conhecimentos em EA. Este processo educativo ambiental pode contribuir para as transformações das relações entre os humanos, destes com a conservação da natureza e da sua formação sócio- científica e afetiva.

Há algum tempo os pesquisadores do atual trabalho têm se debruçado sobre os resultados ainda insatisfatórios da formação escolar no Brasil, em especial da Educação Básica. É neste quesito, muito do que tem sido apontado recai sobre a necessidade de transformações nas concepções educativas que predominam, de forma mais ou menos explícita nos projetos e/ou nas práticas pedagógicas em execução em grande parte das escolas brasileiras (Spazziani, 2017 a e b). Para Santos (2007) o ensino de Ciências tem se limitado, em sua maior parte, a um processo de memorização de termos, classificações e fórmulas. Dessa forma os alunos se tornam incapazes de atribuir significados aos conceitos e, por consequência, têm aprendido na escola conhecimentos ou informações desvinculadas das

situações da vida concreta cotidiana (Viecheneski *et al.*, 2012). De acordo com Seixas (2017), a desvinculação de concepções abordadas das situações do cotidiano é causada por reproduções de imagens simplificadas de ciência, aliada a um discurso característico do senso comum. Tal perspectiva acarreta em complicações para o ensino de Ciências, no que tange principalmente ao desenvolvimento de um olhar crítico diante dos avanços da ciência e da tecnologia (Delizoicov *et al.*, 2009). A mesma simplificação é relatada para a EA, o que reduz seu caráter transformador na definição de uma identidade político- pedagógica, com base em uma crítica à sociedade moderna e sua relação com a natureza (Torales, 2013).

Diante de tal problemática, a EA, em toda a sua potencialidade, pode e deve propor às suas propostas e práticas acontecimentos históricos importantes, revelando sua multiplicidade e pluralidade, principalmente pela possibilidade de atuar juntamente da intervenção cidadã.

Ao longo das últimas décadas, o termo ‘Ciência Cidadã’ tem ganhado força nos processos de engajamento inclusivo e de democratização da ciência (Riesch e Potter, 2014). Existe uma multiplicidade de significados e interpretações possíveis para o termo, embora duas origens principais possam ser identificadas: o engajamento da população e o trabalho de comunicação científica nos EUA (Bonney *et al.*, 2009) e aos conceitos de cidadania científica diante da necessidade de abertura política da ciência e seus processos no Reino Unido (Irwin, 1995). Em linhas curtas, a Ciência Cidadã consiste na atuação conjunta de cientistas e população na prática e na comunicação científica (Bonney *et al.*, 2009), sendo passível de aplicação em projetos de parceria entre voluntários e comunidade científica no objetivo de estudar e esclarecer questões do mundo real, democratizando socialmente a ciência (Citizen Science Central, 2013).

No campo da educação em geral e, em especial, na Educação Ambiental (EA), projetos da Ciência Cidadã não são considerados novidades, mas na atualidade têm se experimentado estratégias inovadoras de envolvimento da participação pública nos processos de alfabetização e investigação científica com resultados favoráveis para a efetivação da Educação Ambiental, uma vez que se observa na literatura a maior parte dos estudos dando enfoque apenas em possíveis resultados de aprendizagem. Assim, propostas que envolvem e estimulam a participação ativas alunos podem trazer benefícios para fins de fomentação da formação científica dos alunos da educação básica, objetivando que esta formação promova nos alunos a tomada de consciência ambiental.

Partimos do pressuposto de que a educação é formação humana. Entendemos que esta formação, que não é linear e totalmente fechada, pode atender a diferentes interesses e perspectivas em disputas nos grupos sociais. Ou seja, a formação dos seres humanos vivendo

em sociedade se manifesta ou emerge por meio dos processos de socialização educativos formais e não formais vivenciados (Spazziani *et al.*, 2020).

A educação produz, segundo Vigotski (2001), a seleção social da personalidade de cada pessoa. A partir do ser humano como biótipo, a educação, por meio da seleção, forma o ser humano como tipo social. Dependendo do meio em que a criança viva ela terá uma personalidade. É a educação e o contexto social concreto que influencia e transforma o ser humano. “Tudo pode ser educado e reeducado no ser humano por meio da influência social correspondente” (Vigotski, 2001, p.200). Afinal o homem é um ser reflexivo e, por meio de processos educativos interativos, ele refletirá profundamente sobre suas ações e as dos outros, suas consequências e os rumos que podem ser tomados. A própria personalidade não deve ser entendida como uma forma acabada, mas como uma forma dinâmica de interação que flui permanentemente entre o organismo e o meio.

Essa concepção histórico-cultural do desenvolvimento psicológico humano admite a influência da natureza sobre o homem, mas defende que este, ao agir sobre a natureza, cria, através das transformações exercidas sobre ela, novas funções para sua existência. Cada indivíduo aprende a ser humano “a visão, o olfato, o gosto, o tato, o pensamento, a contemplação, a vontade, a atividade, o amor são apropriações da realidade humana” (Marx, 1998, p.91).

A perspectiva histórico-cultural prevê que o desenvolvimento das funções psíquicas envolve uma relação dialética e inseparável das esferas intelectual, social e afetiva presente nos indivíduos humanos desde a sua gênese imersa no contexto sociocultural. A consciência do e sobre o mundo é fruto deste processo de imersão no contexto sócio-coletivizado e das significações internalizadas por cada sujeito, por meio de seu aparato bio-físio-químico presentes na matéria corpórea de sua constituição gênica e do lugar sócio-histórico ocupado no decorrer de sua existência (Spazziani, 2019).

É neste terreno que acreditamos que o aumento qualitativo da consciência e o exercício da cidadania sobre os temas socioambientais estão relacionados a processos coletivos de internalização e apropriação das problemáticas eco-sociais atuais, por meio da educação e, das práticas culturais concretas fundamentadas nas desigualdades das bases materiais da existência dos diferentes grupos sociais, para propor sua superação. A formação socioambiental que aqui defendemos visa o enfrentamento dos dilemas contemporâneos e sua transformação para modelos equânimes.

Para que EA contribua no desenvolvimento da Ciência Cidadã é importante contextualizar e articular as questões socioambientais com a vida das pessoas; conhecer o que

estas veem e sentem, e quais são os significados que atribuem a suas observações e sentimentos. Caso contrário, o processo se torna distante da realidade e não cumpre sua função de evidenciar as reais causas dos problemas, relacionando-as às ações humanas vinculadas ao modo de produção e consumo, bem como de aprofundar conhecimentos sobre a complexidade destas questões para que seja possível buscar soluções para as mesmas.

Diante do exposto, o grupo de Pesquisa e Estudos em Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ambientalização – GEPEASA – vinculado ao PPG Educação para a Ciência da Unesp/Bauru/SP, tem sido fundamental para o desenvolvimento desta pesquisa, porque ali tem-se buscado os fundamentos e os avanços da EA em diferentes contextos. Também tem-se construído iniciativas de ambientalização nas instituições educativas e outros espaços e, conseqüentemente, os conceitos, as práticas e as perspectivas da sustentabilidade como forma de crítica transformadora do modelo de sociedades atuais e expressar-se como construção de sociedades sustentáveis, através de referenciais teórico-metodológicos críticos, para a construção de indicadores de sustentabilidade e de sujeitos atuantes, com repercussão nos diferentes contextos da sociedade, em especial nas instituições educativas (Spazzini, 2019).

Nesta busca, os projetos que integram o GEPEASA têm desenvolvido atividades educativas socioambientais afinadas com perspectivas comprometidas com formação em EA crítica e promotora de transformações nos sujeitos com desdobramentos nas suas práticas. Entre estas, destacamos a pesquisa “Ciência Cidadã no Desenvolvimento da Educação Ambiental e engajamento social” financiada pelo CNPQ (**Chamada MCTIC/CNPq Nº 05/2019 – Programa Ciência na Escola**) que permitiu o desenvolvimento das atividades na escola foco desta investigação.

Sendo assim, tendo em vista a necessidade de propor alternativas para promover um ensino de Ciências efetivo e que contribua para o aumento de uma consciência ambiental crítica, a atual pesquisa se propôs a responder a seguinte pergunta: À luz de Vigotski, um projeto de Educação Ambiental Sintrópica, fundamentado na abordagem da Ciência Cidadã, pode favorecer a apropriação e valorização de conhecimentos científicos que contribuam para transformar a relação entre seres humanos, natureza e sociedade, formando indivíduos aptos a construir uma sociedade ambientalmente sustentável?

Desta maneira, o objetivo geral deste trabalho é investigar as contribuições de uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica mediada pela abordagem da Ciência Cidadã para a formação dos conceitos científicos e a tomada de uma consciência ambiental crítica e reflexiva entre alunos da educação básica de uma escola pública do Estado de São Paulo. Para

tanto, temos por objetivos específicos:

- a) Identificar e analisar as questões socioambientais relevantes da comunidade escolar frente ao conhecimento científico.
- b) Identificar e analisar os pressupostos e as atividades de um Projeto de Educação Ambiental Sintrópica, mediado pela Ciência Cidadã, desenvolvido em uma escola de tempo integral junto aos estudantes da Educação Básica.
- c) Identificar e analisar a compreensão de conceitos científicos expressos pelos estudantes;
- d) Investigar a articulação dos conceitos científicos com os socioambientais para a formação da consciência ambiental crítica e reflexiva.

Para o desenvolvimento da atual pesquisa, organizamos a tese em cinco seções. Iniciamos com uma introdução, onde objetivamos abordar os temas gerais do trabalho, a justificativa da pesquisa, a questão norteadora da pesquisa e o objetivo geral e específicos do atual trabalho.

Em seguida, com base em um levantamento teórico sobre o assunto, construímos o capítulo 1 trazendo a origem, a definição do conceito e os tipos de Ciência Cidadã e Educação Ambiental existentes na literatura, procurando demonstrar as contribuições da abordagem investigada em projetos que envolveram temática ambiental.

No capítulo 2 discutimos sobre a necessidade de novas metodologias de ensino para área científica no sistema educacional brasileiro, apresentando a Ciência Cidadã como uma alternativa promissora para o ensino formal de Ciências e para a formação socioambiental de projetos educativos no campo da EA. Iniciamos o capítulo mostrando a importância da aproximação entre Ciências e sociedade, mostrando que países que investiram seriamente na educação científica de sua população, obtiveram grande desenvolvimento econômico, social e ambiental. Em seguida falamos sobre a crise que o Brasil enfrenta na educação científica, mostrando os péssimos resultados que os estudantes brasileiros vêm amargando em avaliações nacionais e internacionais, apontando as possíveis causas que estão por trás desse terrível fracasso educacional, inclusive com destaque para as reformas curriculares atuais. Na sequência, apresentamos as potencialidades da Ciência Cidadã como uma abordagem educativa valiosa na promoção de uma aprendizagem significativa e duradoura.

O capítulo 3 busca explicar sob a ótica Vigotskiana como se dá a formação dos conceitos científicos ministrados na escola, buscando subsídios que estabeleçam balizas para avaliar a abordagem da Ciência Cidadã como uma ferramenta educativa válida para a

formação científica. Sendo assim, foi explorado no capítulo como se dá aprendizagem dos conceitos segundo a Psicologia Histórico-Cultural de Vigotski, iniciando por uma breve biografia sobre o autor russo, apresentando os pilares de sua teoria e esclarecendo os processos que promovem a internalização e aprendizagem dos conceitos pelos sujeitos envolvidos no processo educativo.

No capítulo 4 explicamos a metodologia adotada no trabalho. Apresentamos os instrumentos de pesquisa, as oficinas diagnósticas desenvolvidas e os caminhos que levaram a construção de projetos de pesquisas interdisciplinares (PPI) voltados para a temática ambiental que utilizaram a abordagem da Ciência Cidadã para execução das suas atividades. Além disso, apresentamos a metodologia de pesquisa utilizada para investigar e analisar os dados apontando como foi realizada a coleta e a análise dos dados da pesquisa.

No capítulo 5 realizamos a apresentação e a discussão dos dados. Foram descritos e discutidos os principais resultados da pesquisa de forma a atendermos ao objetivo geral da pesquisa.

Na última seção do trabalho foram feitas reflexões sobre os resultados obtidos e as possíveis contribuições e desdobramentos a partir dos resultados da pesquisa.

CAPÍTULO 1 – EDUCAÇÃO AMBIENTAL E CIÊNCIA CIDADÃ

1.1. Educação Ambiental: histórico

Movimento surgido na segunda metade do século XX, a Educação Ambiental (EA) aparece como uma ferramenta dos movimentos sociais e ecológicos para mitigar e reverter os problemas ambientais da época, considerados ameaças à qualidade e à vida no Planeta (Ramos, 2001). Este período foi marcado por protestos e manifestações que questionam os ideais da sociedade capitalista, marcado pelo aumento da desigualdade social e o profundo descompromisso com o meio ambiente. Foi neste clima de questionamentos é que surgem os movimentos sociais, entre eles o ambientalismo, cujo objetivo era a defesa do meio ambiente e a busca de um desenvolvimento sustentável. Dessa forma, o modelo predatório da cultura industrial imposto pelos ideais burgueses, começavam a serem responsabilizados pela destruição do meio ambiente, provocando nos participantes dessa discussão o desenvolvimento de uma consciência ambiental mais crítica (Rufino; Crispim, 2015)

Em 1962, a bióloga Rachel Carson endossa em seu livro “Silente Spring” (Primavera Silenciosa) a importância da defesa do meio ambiente para a qualidade de vida dos indivíduos. Nesta obra a autora denuncia os efeitos nocivos e cumulativos do uso indiscriminado dos agrotóxicos, descrevendo como essas substâncias alteram os processos celulares das plantas, animais e seres humanos, provocando mortes e a destruição dos ecossistemas. Este alerta intensificou a discussão sobre o impacto das ações humanas sobre o ambiente

As discussões ambientais foram endossadas por parte dos governos e da sociedade civil, mostrando a necessidade da discussão da questão ambiental e principalmente, de uma mudança de pensamento. Em 1965, surgiu na Conferência em Educação, na Universidade de Keele, na Grã-Bretanha surgiu o termo “Educação Ambiental”(Castro, 2020). Muito embora, segundo Dias (2013), essa expressão já fosse utilizada por professores universitários desde 1945. Dias (2013) salienta que nessa época, os conceitos ligados a essa temática ainda eram cristalizados e ainda baseados nos modelos racionalistas e cartesianos.

É neste contexto que em 1968 um grupo de cientistas, empresários e políticos passaram-se a reunir em Roma para discutir a crise ambiental. Esse grupo ficou conhecido como o Clube de Roma (Dias, 2013). Em 1972, o Clube de Roma divulgou o documento “Limites de Crescimento” apontando os graves problemas ambientais que estavam ocorrendo pelo mundo, chamando atenção para o colapso ambiental que o planeta se encaminha e suas

consequências catastróficas. Utilizando modelos matemáticos, o grupo chegou à conclusão de que a Terra não aguentaria o crescimento populacional estimado devido à enorme pressão criada sobre os recursos naturais e energéticos e ao aumento da poluição (Bruseke, 1994). Dessa forma, era necessário mecanismos governamentais para estabelecer limites para o crescimento populacional e econômico, visto a condição limitada dos recursos naturais.

Após o alerta dado pelo Clube de Roma, a questão ambiental foi presença constante na discussão dos governantes dos países desenvolvidos, o que desencadeou uma série de eventos e reuniões internacionais para discutir os problemas ambientais que assolam o planeta, assim como propor medidas e estratégias de mitigação relacionadas aos impactos ambientais causados pelas atividades antrópicas.

No ano de 1972, em meio às preocupações e as grandes discussões sobre o futuro ambiental do planeta, o governo sueco entrou em contato com a Organização das Nações Unidas (ONU) apresentando uma proposta para a realização de uma Conferência Mundial sobre o Meio Ambiente Humano, objetivando reunir cientistas, políticos, religiosos, representantes da sociedade civil e a ONU para discutir os problemas ambientais (De Souza Coimbra, 2005). A ONU aceita organizar a reunião na Suécia, e em junho deste mesmo ano ocorre Conferência Mundial sobre o Homem e o Meio Ambiente, reunindo representantes de 113 países e produzindo documentos importantes como a elaboração da Declaração da Conferência de ONU no Ambiente Humano; documento importante por indicar aos países participantes princípios para preservar e melhorar o meio ambiente. Entre os princípios contidos na declaração citada está o Princípio 19 que traz recomendações sobre a necessidade da Educar para as questões ambientais:

É indispensável um esforço para a educação em questões ambientais, dirigida tanto às gerações jovens como aos adultos e que preste a devida atenção ao setor da população menos privilegiado, para fundamentar as bases de uma opinião pública bem informada, e de uma conduta dos indivíduos, das empresas e das coletividades inspirada no sentido de sua responsabilidade sobre a proteção e melhoramento do meio ambiente em toda sua dimensão humana. É igualmente essencial que os meios de comunicação de massas evitem contribuir para a deterioração do meio ambiente humano e, ao contrário, difundam informação de caráter educativo sobre a necessidade de protegê-lo e melhorá-lo, a fim de que o homem possa desenvolver-se em todos os aspectos (Declaração, 1972).

Além do documento citado, é nessa conferência que é criado o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), programa da ONU voltado para proteção do meio ambiente e à promoção do desenvolvimento sustentável. Dessa forma, podemos dizer que este documento foi primeiro o pronunciamento oficial sobre a necessidade da EA em escala

mundial, fomentando a propagação de inúmeros projetos e programas educacionais para a sua implementação (De Abreu *et al.*, 2016)

Após a repercussão da Conferência de Estocolmo, a Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO, procurando responder às recomendações da Declaração de Estocolmo, promoveu em Belgrado (antiga Iugoslávia) no ano de 1975 o Encontro Internacional sobre Educação Ambiental com a participação de 65 países, evento que foi produzido a “Carta de Belgrado” (Tannous; Garcia, 2008). Este documento apontava sobre a necessidade do exercício de uma nova ética global que proporcionasse a erradicação da pobreza, da fome, do analfabetismo, da poluição e da dominação e exploração humana” (Dias, 2013). O encontro acaba com a proposta de uma Educação Ambiental Mundial, caracterizada pela sua continuidade, multidisciplinaridade e integração às diferenças regionais e voltada para os interesses nacionais (Brasil, 2013)

Em 1977, a Educação Ambiental tem seu evento mais importante até aquele momento. Em Tbilisi, na Geórgia, a UNESCO em parceria com o Programa da ONU para o Meio Ambiente (PNUMA) organizaram a Conferência Intergovernamental sobre Educação Ambiental. As discussões travadas ali deram continuidade aos ideais apresentados na Conferência de Estocolmo, permitindo o desenvolvimento da 1ª fase do Programa Internacional de Educação Ambiental, criado em Belgrado. Foram definidos os objetivos e características da Educação Ambiental e as estratégias a serem elaboradas pelo PNUMA para incluir a EA na educação escolar em todos os países membros da ONU (Dias, 2013).

Após quinze anos do encontro de Estocolmo, a ONU organiza no Rio de Janeiro, Brasil, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (ECO-92). Este encontro teve como objetivo estabelecer acordos, estratégias globais e internacionais visando propor um novo modelo de crescimento econômico que garanta a proteção da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais (De Oliveira, 2016), visto a insustentabilidade do modelo de “desenvolvimento” então vigente. No evento é produzida a Agenda 21 que surge como um programa de ação com princípios e diretrizes para direcionar este novo modelo, conhecido como modelo de desenvolvimento sustentável. É neste documento que a Educação Ambiental é reconhecida como um processo fundamental e estratégico para promover este novo modelo de desenvolvimento econômico.

Além disso, a ECO-92 impulsionou uma conferência paralela, organizada pela sociedade civil, denominado Fórum Global, objetivando criar força junto aos governos para influenciar decisões referentes à agenda ambiental, além de propor uma parceria entre os países em busca de uma sustentabilidade ambiental global. Como documentos desse fórum,

surgiram documentos importantes que fomentaram a política ambiental dos países participantes. Entre tais documentos, podemos citar: ‘Declaração sobre Desenvolvimento e Meio Ambiente’, ‘Carta da Terra’, e o ‘Tratado de Educação Ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global’(Machado *et al.*, 2007).

A ECO 92 foi a conferência mais importante voltada para a temática ambiental, pois a partir dela houve documentos que propiciaram aos países reflexões e incorporação, em seus planos de governo, da agenda ambiental, inclusive com princípios mais audaciosos como o de sociedades sustentáveis (Freitas, 2017).

Analisando o avanço da Educação Ambiental no Brasil, Rufino *et al.* (2015) nos esclarece que o pleno desenvolvimento ocorreu em 1994 com a elaboração do Programa Nacional de Educação Ambiental (PRONEA). Produto de uma ação interministerial que reuniu o Ministério da Educação (MEC), o Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal (MMA), a ainda contando com a mediação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e o Ministério da Cultura (Minc). O PRONEA, desde a sua fundação, fomentou e coordenou ações no âmbito educativo, buscando elucidar a possibilidade de um desenvolvimento sustentável do País (MEC). Essas ações iniciais do programa fomentaram a criação da Política Nacional de Educação Ambiental, regida pela Lei 9.795 de 27/05/99, dispondo que

Art. 1º Entendem-se por educação ambiental os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

Art. 2º A educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo educativo, em caráter formal e não-formal (Brasil, Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999).

A partir da promulgação da lei, as iniciativas voltadas para a EA ganharam forças e começaram a se multiplicar pelo país. Vale a pena frisar que a aprovação dessa lei colocou o Brasil como primeiro país da América Latina a possuir uma política nacional específica para a EA (Milaré, 2013).

Três anos após o surgimento do PRONEA, ocorreu em Brasília, entre os dias 7 e 10 de outubro, a 1ª Conferência Nacional de Educação Ambiental (CNEA), contando com mais de 2.000 participantes, esse evento tornou-se tornar o maior encontro de ensino na área de meio ambiente do país até então, se tornando um marco na Educação Ambiental brasileira, reunindo pesquisadores, estudantes, autoridades e organizações governamentais e não-

governamentais. O objetivo do encontro foi trocar conhecimentos sobre ações bem-sucedidas que pudessem contribuir para a tomada de consciência ambiental dos indivíduos, buscando assim promover os princípios de uma sociedade sustentável. Nesse mesmo ano, o MEC introduziu o meio ambiente como um dos cinco temas transversais dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) (DIAS, 2013). Ressaltamos que os PCNs eram os documentos referenciais nacionais que balizaram a construção dos currículos das redes de ensino.

Outra ferramenta utilizada para legitimar o PNEA, surgiu em 2012 com a publicação das Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Ambiental (DCNEA). Este documento possui normas orientadoras que estabelecem princípios e objetivos para a incorporação da educação ambiental em todos os níveis e modalidades de ensino no Brasil. Elas foram instituídas pela Resolução nº 2, de 15 de junho de 2012, pelo Conselho Nacional de Educação (CNE), em conformidade com a lei da Educação Ambiental.

Atualmente, os currículos das redes de ensino são baseados na Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2017 para o Ensino Fundamental e em 2018 para o Ensino Médio. Contudo, a BNCC tem sido alvo de críticas da comunidade científica por tratar a Educação Ambiental (EA) de forma superficial e fragmentada (De Aquino; Iared, 2023), o que representa um obstáculo à sua efetivação nas escolas e prejudica a formação ambiental dos estudantes. Embora a BNCC reconheça as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Ambiental (DCNEA) como referência para as práticas pedagógicas, adota uma abordagem reducionista da EA, restringindo-a, em grande parte, aos campos de trabalho da Geografia e das Ciências da Natureza no currículo da Educação Básica.

1.2. Vertentes da Educação ambiental

A Educação Ambiental abrange uma diversidade de concepções, com conceitos, práticas e metodologias diferentes. Segundo Layrargues (2011), no Brasil podemos classificar, resumidamente, a Educação Ambiental em três vertentes: conservadora, pragmática e crítica. Vale apenas salientar que apesar das vertentes apresentada, os limites entre essas vertentes não são tão rígidos.

Segundo o autor e a obra supracitada acima, a Educação Ambiental conservadora é pautada na sensibilização da dimensão afetiva em relação à natureza e na mudança dos comportamentos individuais em relação ao ambiente, excluindo as questões sociais que envolvem o tema. A pragmática, vertente hegemônica, objetiva promover o incentivo ao desenvolvimento e consumo sustentável, alertando sobre o esgotamento dos recursos naturais

em processo, promovendo o combate ao desperdício e a ideia de que “cada um deve fazer a sua parte” na manutenção do ambiente no planeta.

Já a Educação Ambiental Crítica objetiva a discussão política das desigualdades e das injustiças ambientais. Ela se baseia em ideais democráticos e emancipatórios da educação popular, buscando discutir as contradições do modo de produção vigente e as consequências do desenvolvimento econômico e político, buscando através dessa discussão formar indivíduos críticos ambientalmente, fomentando assim a construção de sociedades sustentáveis (Loureiro *et al.*, 2009).

O quadro 1 abaixo traz o resumo das três vertentes discutidas:

Figura 1: Vertentes Político-Pedagógicas da Educação Ambiental

VERTENTES POLÍTICO-PEDAGÓGICAS DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL		
CONSERVADORA	PRAGMÁTICA	CRÍTICA
Despertar sensibilidade Conscientização ecológica Preservar a natureza Amor à natureza Beleza da natureza Afetividade Contato com o meio ambiente Comportamentalista Individualista	Consumo sustentável Desenvolvimento sustentável Não tem contato com o meio ambiente Desconsidera o meio social Apolítica Tecnicista Produção e consumo Comportamentalista Individualista	Relações ser humano e natureza Visão crítica Emancipatória Transformadora Valores e atitudes Relações socioculturais Problematicadora Enfrentamento às desigualdades e às injustiças socioambientais

Fonte: Boita; Brandão (2021)

Uma abordagem da Educação Ambiental que não foi mencionada no quadro, mas que vem ganhando espaço em projetos baseados na Ciência Cidadã, é a Educação Ambiental Sintrópica (EAS), uma concepção teórica recente. Essa perspectiva integra conhecimentos das ciências naturais e humanas por meio do conceito de sintropia, que, ao contrário da entropia—associada à desordem e degradação—refere-se à convergência e organização dos sistemas vivos, promovendo equilíbrio e bem-estar coletivo. A EAS busca intervir na realidade ambiental incentivando práticas sustentáveis e regenerativas, de modo a harmonizar as relações entre seres humanos e natureza (Spazziani *et al.*, 2022). Essa abordagem fundamenta

o presente trabalho, orientando as ações desenvolvidas e as análises realizadas ao longo da pesquisa. Mais adiante, aprofundaremos essa perspectiva.

A seguir faremos uma análise sobre o desenvolvimento da Educação Ambiental no contexto do ensino formal brasileiro

1.2.1. Educação Ambiental no Ensino Formal Brasileiro: Contribuições e Desafios

Como discutido até aqui, a Educação Ambiental (EA) desempenha um papel fundamental na tomada de uma consciência crítica sobre as questões socioambientais e na promoção de práticas sustentáveis. No âmbito do ensino formal, essa abordagem precisa ir além da transmissão de conteúdos escolares, incorporando dimensões éticas, culturais e políticas que buscam preparar os alunos para enfrentar os problemas ambientais do cotidiano.

Segundo Jacobi (2003), a Educação Ambiental no ensino formal deve ser vista como uma ferramenta transformadora, capaz de promover “novos valores e atitudes que integrem a sustentabilidade como um princípio ético fundamental”. Nesse sentido, ela pode atuar como mediadora entre o conhecimento científico e a formação cidadã, permitindo que os alunos compreendam os impactos de suas ações no meio ambiente e promovam soluções práticas e inovadoras.

Como vimos na seção anterior, a inclusão da Educação Ambiental no ensino formal é respaldada por documentos legais e diretrizes educacionais. A Lei nº 9.795/1999, que institui a Política Nacional de Educação Ambiental, estabelece que a EA deve ser “um componente essencial e permanente da educação nacional, em todos os níveis e modalidades do ensino formal”. Essa legislação reforça a necessidade de articulação entre os conteúdos ambientais e as diferentes disciplinas, de forma interdisciplinar e contextualizada.

Entretanto, a efetiva implementação da Educação Ambiental enfrenta grandes desafios. Problemas na formação inicial e a ausência de formação continuada são alguns exemplos dos obstáculos enfrentados (Grandisoli; Curvelo, 2021). Carvalho (2012) destaca que boa parte dos educadores têm dificuldades em relacionar os temas ambientais às disciplinas tradicionais, atuando apenas com abordagens superficiais ou pontuais. Soma-se a isso, a falta de estratégias para captar os valores e vivências dos discentes para promover a sensibilização para tratar os temas ambientais abordados em sala de aula, gerando assim pouco interesse nas ações propostas pelos professores (Araujo; Junior, 2017). Além disso, há uma carência de recursos pedagógicos e de políticas públicas que incentivem práticas educativas inovadoras (Escobar *et al.*, 2012).

Apesar dessas dificuldades, ações bem-sucedidas de Educação Ambiental no ensino formal têm crescido e demonstrado que é possível promover a aprendizagem em relação aos temas ambientais, principalmente através da integração dos temas ambientais ao cotidiano do aluno. Abordagens como a aprendizagem baseada em projetos (PBL) e o uso de metodologias ativas como o uso dramatizações, jogos de simulação, debates, comentários em pequenos grupos, oficinas de artes e atividades diversas fora da sala de aula têm se mostrado efetivas na sensibilização dos discentes (Da Silva, 2020). Segundo Guimarães (2007), “quando os estudantes são colocados como protagonistas na construção do conhecimento ambiental, eles desenvolvem competências críticas e reflexivas que ultrapassam o espaço da sala de aula”.

Outro fator de suma importância é a interação entre agentes escolares e a comunidade, que aumenta a possibilidade da efetividade das práticas educativas ambientais. A conexão entre esses espaços, como sugere Loureiro (2006), possibilita “a construção de uma consciência ambiental coletiva, baseada na troca de saberes e na valorização da diversidade cultural”.

Dessa forma, a Educação Ambiental no ensino formal é fundamental para enfrentar os graves problemas ambientais contemporâneos, e requer um esforço conjunto de formuladores de políticas públicas, gestores e professores.

A seguir, para o pleno entendimento dos indícios da contribuição da abordagem Ciência Cidadã em projetos de temática ambiental, abordaremos inicialmente a origem, definições conceituais e a tipologia da abordagem mencionada, para depois discutir sua eventual contribuição ao campo ambiental.

1.3. Ciência Cidadã: Origem, definição e tipologias

O termo “ciência cidadã”, segundo Cohn (2008) refere-se a cidadãos que participaram como assistentes de campo em algumas ou várias fases do processo de investigação científica, contribuindo no monitoramento de animais e plantas e/ou outros marcadores ambientais, são voluntários e não são, necessariamente, cientistas.

Práticas com as características da Ciência Cidadã ocorrem há pelo menos um século, ainda que não existisse o termo referido. Segundo Rebouças (2013), atividades científicas que utilizam voluntários para coletar dados remontam ao início do século XX. Em 1900, a National Audubon Society, sediado nos EUA, promoveu junto a voluntários um evento para realizar a contagem de pássaros na época do Natal no Estado de Nova Iorque (Panorama dos estudos em Ciência cidadã). Este projeto continua ativo até hoje, e já contabiliza 63 milhões de pássaros observados. Silvertown (2009) endossa essas experiências antes da metade do

século XX ao citar outra atividade científica; a experiência da Sociedade Britânica de Ornitologia, fundada em 1932, que desde a sua fundação promove a participação de amadores na coleta de dados, e hoje contém mais de 31 milhões de registros de mais de 27 mil espécies de animais e plantas do Reino Unido, sendo a grande maioria coletada por tais voluntários. Dessa forma, projetos que utilizavam voluntários para a coleta de dados remontam há mais de cem anos, onde registros mostram que os voluntários participantes dos projetos geralmente eram designados como naturalistas amadores (Pacheco *et al.*, 2007).

Pensando na Ciência Cidadã como registro sistemático de dados de observações de voluntários, a popularização dessa atividade científica se dá na metade do século XX. Uma das instituições que promoveram a popularização desse tipo de abordagem científica foi a Universidade de Cornell (CNCPS), EUA. A instituição de ensino e pesquisa tem se destacado desde 1960 em pesquisas voltadas para a Ciência Cidadã. Ela tem mobilizado milhares de voluntários que ajudam na coleta de dados. Um dos mais bem-sucedidos projetos da Universidade é o projeto eBird, que tem como objetivo reunir informações coletadas pelos observadores e formar um banco de dados sobre as espécies de aves, ficando tais informações disponíveis na plataforma do projeto e acessíveis para toda comunidade (Cohn, 2008). Lançado no ano de 2002, pelo *Cornell Lab of Ornithology* e pela *National Audubon Society*, o eBird tem auxiliado a comunidade científica na investigação das aves, permitindo gerar listas, fotografias, passando pela visualização de mapas em tempo real da distribuição de espécies, até alertas que permitem saber quando espécies foram avistadas, esforçando por fornecer a informação mais atual e útil à comunidade de observação de aves (Rumenos, Spazziani; 2020).

Com a disseminação mencionada acima da Ciência Cidadã, outros trabalhos que utilizam esse tipo de atividade científica foram se popularizando e ganhando relevância na sociedade e no meio acadêmico. Entre os projetos de Ciência Cidadã de grande relevância na atualidade para a comunidade científica são os projetos *The Air Quality Egg (AQE)*, *Galaxy Zoo*, *Asteroid Zoo* e *Cooperative Observer Program*.

O AQE tem sua origem nos Estados Unidos da América (EUA) e tem como objetivo o monitoramento de poluentes no ar. Através de um aparelho eletrônico, amostras do ar são coletadas e analisadas a partir de instrumentos de leitura desse aparelho, que mensura a concentração de poluentes e registram em uma plataforma de livre acesso (Citizen Sense, 2020).

Já *Asteroid Zoo*, promovido pelo *Zooniverse* e pela *Planetary Resources*, incentiva as pessoas de todo mundo a procurar asteroides identificando-os em um painel com imagens de

telescópios e satélites (Greenemeier, 2020). Ainda nessa temática, temos o Galaxy Zoo, que permite aos participantes observarem, analisar e classificar as galáxias de acordo com seu formato. Através de um banco de imagens gerados pelo telescópio Hubble da NASA, centenas de milhares de pessoas opinam sobre os formatos das galáxias presentes nas imagens. Os voluntários não precisam ter conhecimentos em astronomia, mas devem realizar um cadastro na página do projeto e ler um breve tutorial antes de começar a participar (Leal, 2019)

O Cooperative Observer Program (COOP) é um projeto administrado pelo Serviço Nacional de Meteorologia dos EUA e pelos Centros Nacionais de Informações, que conta com mais de 8.700 voluntários, e atua com a abordagem da ciência cidadã, monitorando as condições climáticas nos 50 estados americanos (National Weather Service United States Department Of Commerce, 2020).

A definição do conceito de Ciência Cidadã tem sido modificada ao longo do tempo, refletindo que a ideia desta abordagem está em constante evolução (Eitzel *et al.*, 2021). A origem do termo é atribuída a dois autores distintos (Hecker *et al.*, 2018). Em 1995, o analista de política científica, Alan Irwin, usou este termo para designar uma abordagem onde os cientistas e o público definiram em conjunto os objetivos e as diretrizes de uma pesquisa científica desenvolvida no Reino Unido (Irwin, 1995). No ano seguinte, Richard Boney, ornitólogo e organizador de pesquisa participativa, usou o mesmo termo para referir-se a inúmeros projetos desenvolvidos no Laboratório de Ornitologia da Universidade de Cornell (EUA), que envolveu voluntários na investigação de aves (Bonney, 1996). De lá para cá, muitas definições têm surgido desde então, mantendo as ideias alinhadas com as raízes iniciais. No quadro 3 abaixo, é destacado as principais definições registradas pelos documentos governamentais, universidades e institutos de pesquisa ligadas a essa abordagem de pesquisa.

Quadro 1: Principais definições sobre Ciência Cidadã

Entidade	Definição de Ciência Cidadã
Rede Brasileira de Ciência Cidadã (2023)	A Ciência Cidadã deve ser entendida de forma ampla, abrangendo uma gama de tipos de parcerias entre cientistas e interessados em ciência, para produção compartilhada de conhecimentos com potencial para promover: o engajamento do público em diferentes etapas do processo científico; a educação científica e tecnológica, e co-elaboração e implementação de políticas públicas sobre temas de relevância social e ambiental

Universidade Federal do ABC (2023)	A ciência cidadã pode ser definida como um processo de parceria entre cientistas e pessoas interessadas em ciência (denominada(o)s cientistas cidadã(o)s), para a resolução de problemas que apresentem, por exemplo, relevância social e/ou ambiental. Além de promover a geração de novos e genuínos conhecimentos científicos, a ciência cidadã pode proporcionar aprendizagens para os participantes, como novos conhecimentos, novas habilidades, interesse e motivação pela ciência, desenvolvimento de comportamentos e atitudes pró-ambientais, entre outros.
Universidade Federal do Paraná (2022)	A Ciência Cidadã integra o movimento de Ciência Aberta. Seu aspecto central é a pluralidade de atores sociais, que vivenciam diferentes dinâmicas de experimentação da ciência e contribuem para um aprendizado coletivo, contextualizado para cada realidade e com foco na inovação. Sua proposta fundamental é que os estudantes sejam cidadãos cientistas, participando em várias etapas do processo científico, desde o desenvolvimento de uma questão científica, passando pela escolha da abordagem utilizada, a coleta e análise dos dados, até chegar na comunicação dos resultados.
Comissão Europeia (2022)	A ciência cidadã consiste na colaboração dos cidadãos com os cientistas na investigação e inovação, possuindo potencial para melhorar a excelência e o impacto da investigação e aprofundar a relação entre a ciência e a sociedade.
Citizen Science Association (2022)	Ciência cidadã é o envolvimento do público não acadêmico no processo de pesquisa científica – seja pesquisa orientada para a comunidade ou a nível global.
UNESCO (2023)	Entende-se por ciência cidadã a participação de amadores, voluntários e entusiastas em projetos científicos. A partir dessa afirmativa busca-se envolver os cidadãos para que possam participar de forma efetiva da definição dos problemas e da análise científica em uma perspectiva do “não cientista” ou “amador”, como um sujeito capaz de fazer parte da produção do conhecimento científico que goza do direito de pleno acesso e compartilhamento deste conhecimento.
OCDE (2015)	A Ciência Cidadã consiste em projetos nos quais voluntários colaboram com cientistas para responder a questões do mundo real
Rede Portuguesa de Ciência Cidadã (2022)	A Ciência Cidadã consiste no envolvimento dos cidadãos em atividades de investigação científica, para as quais contribuem ativamente com o seu esforço intelectual, com o seu conhecimento, ou com as suas ferramentas e recursos.
NASA (2022)	Os projetos de ciência cidadã da NASA são colaborações entre cientistas e membros interessados do público. Através destas colaborações, voluntários (conhecidos como cientistas cidadãos) ajudaram a fazer milhares de descobertas científicas importantes

Fonte: Morais (2022)

Vários autores de diferentes áreas do conhecimento também têm elucidado o conceito de Ciência Cidadã. Para Cappa *et al.* (2016) a ciência cidadã é um meio popular de envolver o público em geral em atividades de investigação lideradas por cientistas profissionais. Ao envolver muitos cientistas voluntários, a ciência cidadã permite a recolha e análise distribuída de dados numa escala que de outra forma seria difícil e dispendiosa de alcançar. Pacheco *et al.* (2023) também traz a mesma abordagem ao afirmar em seu trabalho que projetos do tipo ciência cidadã buscam envolver diferentes grupos da sociedade em coletas de dados para

pesquisas científicas, trazendo contribuições significativas na redução de investimentos nessas pesquisas e no tempo despendido. Soares e Santos (2011) endossam o discurso de cooperação ao definir Ciência Cidadã como sendo a colaboração de agentes voluntários, sem formação acadêmica, em uma pesquisa científica, e que atua principalmente na coleta de dados e na discussão dos resultados.

Além da diversidade de conceitos que envolve o termo Ciência Cidadã, existem alguns sinônimos que se referem a este termo. Os mais usados são: monitoramento baseado na comunidade; ciência participativa e ciência aberta (Kullenberg; Kasperowski, 2016).

Assim como existe uma variedade ligada ao termo “Ciência Cidadã”, projetos que utilizam essa abordagem também variam na sua forma de atuar, como veremos a seguir no estudo de sua tipologia.

No Brasil, a Ciência Cidadã ainda se encontra em estágio incipiente. Todavia, é possível identificar estudos em andamento. Alguns desses projetos são apresentados no Quadro 2

Quadro 2: Projetos de Ciência Cidadã no Brasil

PROJETO	DESCRIÇÃO/OBJETIVOS
Sistema Urubu	O Sistema Urubu foi lançado em abril de 2014 e já conta com mais de 21 mil usuários em todo o Brasil. O objetivo do projeto é coletar dados de atropelamento de fauna selvagem e utilizar os dados para minimizar esses efeitos em todo o território brasileiro através de projetos de pesquisa, ações junto de órgãos governamentais de diferentes esferas, empresas, entre outros. O sistema conta com uma plataforma que recebe dados desses animais atropelados. Qualquer pessoa pode contribuir neste processo, já que basta apenas fazer o download do aplicativo (Urubu Mobile), realizar o cadastro e tirar uma foto do próprio aplicativo toda vez que encontrar um animal atropelado (Sistema Urubu, 2024).
Brydes do Brasil	Rede de proteção sobre a baleia-de-bryde em águas jurisdicionais brasileiras. Trata-se de uma iniciativa voluntária de uma equipe de pesquisadores interessada em reunir o maior número possível de registros de baleias-de-bryde foto-identificadas, enviadas por voluntários no site do projeto. O compartilhamento desses registros é fundamental para o conhecimento e a divulgação das avistagens e reavistagens de um mesmo indivíduo em diferentes datas e locais distintos ou semelhantes. Objetiva, a partir dos dados encontrados, ampliar o conhecimento sobre a espécie, assim como formular práticas de políticas públicas de conservação e proteção de áreas marinhas, em especial as que possam ajudar na conservação da baleia-de-bryde no Brasil (Brydes do Brasil, 2024).
Eu vi uma ave usando pulseiras!?	O projeto “Eu vi uma ave usando pulseiras!?” foi criado com o objetivo de aumentar o monitoramento de indivíduos de aves com a participação da população geral. Os ornitólogos marcam aves com pulseiras coloridas em seus estudos científicos e várias destas aves podem ser eventualmente observadas a distância por qualquer pessoa atenta. Quando o voluntário encontra uma ave destas, ele envia a foto para as redes sociais do projeto, com algumas informações sobre o local de avistamento. A informação é levada ao ornitólogo que colocou a pulseira, que por sua vez, usará essa informação em sua investigação científica. Dessa forma, constitui-se um método de monitoramento simples e barato. (Eu vi uma ave usando pulseira, 2024)

OIAA A ONÇA	O projeto OIAA ONÇA – Observatório de Imprensa Avistamento e Ataques – nasceu dentro do projeto de extensão universitária “Amigos da Onça” que desde 2008 realiza mapeamento de ataques de carnívoros silvestres em atividades produtivas próximas dos eixos rodoviários da BR230, 163, 174 e 319 e das AM 010 e 070. O objetivo é orientar produtores rurais na minimização de conflitos entre humanos e onças. Para participar do projeto, o voluntário precisa baixar o aplicativo, que leva o mesmo nome do projeto, e ao avistar uma onça-pintada de forma direta ou indireta (pegada, fezes arranhões etc.) e os registros de conflitos conhecidos como “ataque” a animais de criação, tirar uma foto com o próprio aplicativo e enviá-la para plataforma. Tais fotos, juntamente com os seus dados, serão públicos e disponibilizados automaticamente ao CENAP/ICMBio, os usuários terão acesso ao banco de dados para finalidade de pesquisa e aos demais usuários que colaborativamente participarem receberão informações via e-mail e ou telefone. (Oiaa a Onça, 2024)
Guardiões da Chapada	O projeto de Guardiões da Chapada é uma realização da Rede de Pesquisa, Ensino e Extensão para Uso e Conservação de Polinizadores e dos Serviços de Polinização – POLINFRUT, coordenado pela Professora Blandina Felipe Viana da Universidade Federal da Bahia (UFBA) em parceria com o Projeto Polinizadores do Brasil. Esta iniciativa visa à conservação do serviço de polinização e da diversidade de polinizadores, por meio do engajamento do público no monitoramento da interação flor-visitante floral no território da Chapada Diamantina. O voluntário tira fotos da interação flor-visitante floral em qualquer lugar da Chapada Diamantina e depois envia a foto para a página do projeto, informando a data, horário e local onde a foto foi retirada. O projeto baseia-se num modelo de pesquisa que garante a participação, voluntária e consciente, de cidadãos na produção de conhecimento científico e na sensibilização do público sobre a importância dos serviços prestados pelos polinizadores para conservação dos patrimônios naturais e produção de alimento (Guardiões da Chapada, 2024)
Blue Change	A Blue Change estrutura projetos de ciência cidadã voltados para a compreensão, preservação e monitoramento dos ambientes marinhos e costeiros. Para tanto, desenvolveu uma metodologia para conectar pesquisadores e sociedade. Além disso, disponibiliza ou desenvolve novas tecnologias para coleta e análise dos dados; mecanismos para o engajamento do público e sistema de recompensa; além de acompanhar a gestão do projeto, elaborar a síntese e promover a divulgação dos resultados (Blue Change, 2024).
Universidade Federal do ABC (UFABC)	Desenvolve projetos de extensão que inclui estudos sobre os benefícios das árvores para a população; Bentos de costão rochoso; a existência e abundância de Euglenas em praias do litoral paulista; <i>Pellets</i> plásticos nas praias; a percepção das crianças com relação aos resíduos sólidos urbanos (Lopes, 2020).
Exoss Citizen Science Project	O projeto EXOSS, é uma organização colaborativa de Ciência Cidadã, atuando em conjunto com diversas instituições científicas, voltada para o estudo de meteoros e bólidos, suas origens, naturezas e caracterização de suas órbitas. Tem como objetivos registrar meteoros e desenvolver estudos astrométricos e astrofísicos; catalogar novos raios de hemisfério sul e colaborar com instituições de ensino e pesquisas, contribuindo com a sociedade, além de incentivar a produção de artigos científicos. A participar do voluntário se dá ao avistar um projétil no céu e relatar a plataforma do projeto sobre o acontecimento (Exoss Citizen Science Project, 2020).
#DeOlhoNosCorais	Promovido pelo Laboratório de Ecologia Marinha da UFRN, o projeto criou uma rede nacional de monitoramento de corais pelo Instagram, engajando a população a registrar e compartilhar fotos e vídeos dos corais do litoral brasileiros e, assim, colaborar com a coleta de dados científicos. (#DeOlhoNosCorais, 2024)

Fonte: O autor (2024)

A seguir veremos como esses projetos podem ser classificados de acordo com a participação dos voluntários envolvidos no projeto de pesquisa.

1.3.1. Tipos de Ciência Cidadã

Dependendo da abordagem do projeto de Ciência Cidadã, os cientistas voluntários podem envolver-se em diferentes etapas da investigação científica, podendo ser a sua participação nas seguintes etapas: escolha da questão de pesquisa, no desenvolvimento de protocolos e materiais de suporte, na coleta e análise dos dados, ou ainda na mensuração do impacto da pesquisa e na divulgação de seus dados. Bonney, Ballard *et al.* (2009) definiram categorias de acordo com o grau de participação dos voluntários e assim estabeleceram uma tipologia frequentemente usada para classificar os projetos de ciência cidadã:

Projetos contributivos: geralmente desenhados por cientistas e nos quais os cidadãos contribuem para a recolha de dados.

Projetos colaborativos: geralmente desenhados por cientistas e nas quais os cidadãos contribuem para a recolha de dados, mas também ajudam a aperfeiçoar o desenho do projeto, a analisar dados e/ou a disseminar resultados.

Projetos cocriados: concebidos por cientistas e membros do público, que trabalham em conjunto e para os quais pelo menos alguns dos participantes estão ativamente envolvidos na maioria ou em todas as etapas do processo de investigação científica.

Na presente pesquisa, os projetos desenvolvidos podem ser caracterizados como cocriados, uma vez que os agentes escolares desempenharam um papel ativo em todas as etapas do processo de investigação científica. Desde a definição das problemáticas ambientais até a análise dos dados e a formulação das conclusões, os participantes tiveram a oportunidade de colaborar de forma efetiva, contribuindo não apenas com conhecimentos prévios e experiências locais, mas também com reflexões críticas e propostas de ação.

No item a seguir, veremos como a abordagem da Ciência Cidadã tem contribuído em projetos com a temática ambiental.

1.4. Ciência Cidadã e Educação Ambiental: potencialidades de um diálogo

O encontro de saberes possibilita a construção de conhecimentos mais amplos e contextualizados. No campo da Educação Ambiental, por exemplo, integrar o saber local de comunidades com a ciência pode favorecer a conscientização e o empoderamento social, promovendo ações coletivas em prol da sustentabilidade (Camargo; Sanchez, 2021). Freire (1996) defende que o diálogo é a base da educação libertadora, permitindo que os sujeitos se reconheçam como protagonistas na produção do conhecimento.

Um exemplo prático dessa articulação é a ciência cidadã, que utiliza voluntários, com ou sem formação científica, na participação de pesquisa científica. Essa abordagem de pesquisa valoriza o conhecimento local, pois a sua primeira premissa é que a questão de pesquisa seja significativa para a comunidade, facilitando assim a construção de soluções mais adequadas às realidades locais (Bonney *et al.*, 2016).

Projetos de Ciência Cidadã vem se apresentando como um caminho para tornar o conhecimento científico acessível para toda a sociedade, permitindo que os cidadãos se envolvam em atividades de investigação científica e aprendam saberes que irão contribuir para que os sujeitos envolvidos possam desenvolver sua cidadania de forma mais ampla. Isto vai ao encontro do que estabelece a Política Nacional de Educação Ambiental que também almeja um ensino de ciência contextualizado e que contribua para o pleno exercício da cidadania (Brasil, 1999).

Além de defender uma participação pública na ciência como exercício da cidadania, existem outros benefícios do uso da abordagem da Ciência Cidadã na Educação Ambiental. Conrad e Hilchey (2011), ao analisarem os benefícios da Ciência Cidadã em projetos de monitoramento de variáveis ambientais e espécies, listaram seis contribuições importantes que esta abordagem pode trazer à projetos de EA:

1. Pode ser uma importante ferramenta para aproximar os conhecimentos científicos relacionados à temática ambiental
2. Uma abordagem que pode promover a alfabetização e a educação científica
3. Permite o empoderamento social para que as comunidades envolvidas no projeto possam contribuir na reversão dos problemas ambientais
4. Permite que os cidadãos exerçam sua plena cidadania ao participarem ativamente no debate científico, permitindo que tais participem na tomada de decisões que guiaram a agenda ambiental dos governos locais
5. Geração de dados para órgãos ambientais, permitindo o monitoramento do meio ambiente sem grandes dispêndios financeiros.
6. Proteção dos ecossistemas, pois cria-se comunidades envolvidas no monitoramento do meio ambiente

Alender (2016) investigando os benefícios gerados na abordagem da Ciência Cidadã em um projeto voltado para o monitoramento da qualidade do ar nos EUA, constatou os seguintes benefícios do uso da abordagem na temática ambiental: geração de dados de pesquisa que podem contribuir com o meio ambiente ; benefícios para os voluntários, como

educação científica e aquisição de novas habilidades; e fomentação de novos projetos visando a demanda local.

Kimura e Kinchy (2016) ao realizar uma revisão de literatura sobre os projetos de Ciência Cidadã, conseguiram identificar sete grandes virtudes produzidas no decorrer das ações propostas pelos projetos e que estão ligadas às questões ambientais. São elas:

1. Aumento dos dados científicos
2. Capacidade para ampliar a alfabetização científica dos cidadãos
3. Criação de grupos e de novas lideranças comprometidas com a proteção ambiental
4. Construção de relações mais equitativas entre cientistas e cidadãos
5. Preencher lacunas de conhecimento e desafiar as contas oficiais
6. Conscientizar de forma coletiva a necessidade da preservação do meio ambiente
7. Identificar poluidores.

No campo da Educação Ambiental, projetos da Ciência Cidadã não são considerados novidades, mas na atualidade se têm experimentado estratégias inovadoras de envolvimento da participação pública nos processos de alfabetização e investigação científica com resultados favoráveis para a efetivação da Educação Ambiental.

A seguir, discutiremos o estado atual do ensino de Ciências no Brasil e como a Ciência Cidadã se destaca como uma abordagem promissora para abordar conceitos científico, principalmente aqueles relacionados à temática ambiental.

CAPÍTULO 2 – O ENSINO DE CIÊNCIAS, A EDUCAÇÃO AMBIENTAL SINTRÓPICA E A CIÊNCIA CIDADÃ

2.1. O ensino de Ciências no Brasil

O Ensino de Ciências tem ganhado cada vez mais importância no mundo contemporâneo. É ele que fornece as bases para que os países possam promover seu desenvolvimento científico e tecnológico, o que leva uma nação a se inserir com êxito em um mundo globalizado, contribuindo para o desenvolvimento humano sustentável (Unesco, 2005). Países que alcançaram desenvolvimento significativo nos últimos anos, como Coreia do Sul, Singapura, Portugal, Finlândia, Canadá e Alemanha, mostram isso. Todos investiram seriamente em educação, especialmente no ensino de Ciências, e tiveram êxito no desenvolvimento social, econômico e avanços na área ambiental (Oliveira E Moreno, 2019). Deste modo, promover o Ensino de Ciências com qualidade é permitir que os cidadãos desfrutem dos conhecimentos científicos existentes e assim contribuam no desenvolvimento do País.

Essa aproximação entre sociedade e ciência, permite que cada cidadão ao se apropriar desses conhecimentos científicos, desenvolvam habilidades para a formulação de ferramentas e estratégias que possam contribuir na otimização das suas atividades cotidianas, permitindo assim uma integração plena e crítica a comunidade a que pertencem (Morais, 2022). Portanto, a Educação em Ciência não pode ser vista como uma despesa para o país, e sim como um grande investimento, pois uma população letrada cientificamente possibilitará o fortalecimento da cidadania da população e aumento em sua produtividade, fatores que melhoram as condições de vida da população como um todo (Unesco, 2015)

No Brasil, a educação científica, assim como outros conhecimentos que compõem a escolarização da educação básica, não vai bem. Estudos internacionais mostram pífios resultados dos alunos brasileiros em exames de verificação da aprendizagem em Ciências. Como exemplo, podemos citar o desempenho na avaliação do Programa Internacional de Avaliação de Alunos – PISA 2022 (estudo comparativo internacional, realizado a cada três anos pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) para avaliar o desempenho dos estudantes de 15 anos em Matemática, Leitura e Ciências. Trata-se do maior estudo comparativo da área educacional no mundo) a média do desempenho dos alunos brasileiros na área de Ciências foi de 403 pontos, colocando o país na lanterna dos países da América do Sul. Já em relação a classificação de todos os países avaliados (ao total foram 81 países) o Brasil ficou entre os 20 piores na área avaliada, amargando a 62ª posição,

ficando bem distante de Cingapura, que foi a primeira colocada, onde os alunos obtiveram uma média de 561 pontos. Em comparação com o último exame do Pisa que ocorreu em 2018, ocorreu um decréscimo 4 pontos na pontuação média dos estudantes, refletindo uma estagnação no baixo desempenho dos alunos (Brasil, 2023).

Isso ainda evidencia que os resultados divulgados também mostram que entre os estudantes brasileiros que realizaram a avaliação, 55% registraram baixo desempenho nesta disciplina (abaixo do nível 2) e 1% atingiu alto desempenho (nível 5 ou superior). Para fins de comparação, nos países da OCDE, entidade que representa os países ricos, a taxa de baixo desempenho é de 24% e a de alto desempenho, de 7%.

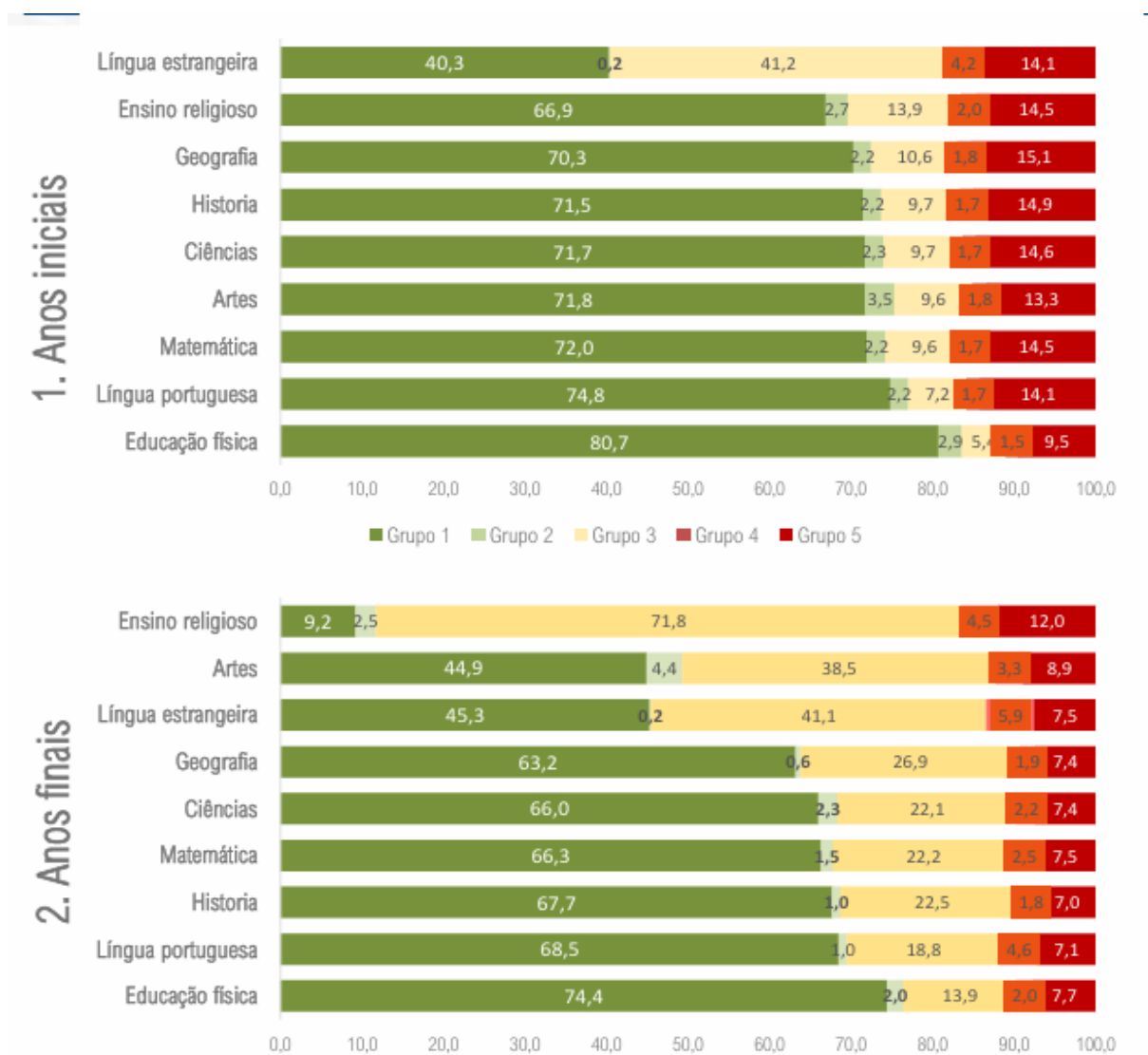
São várias as causas apontadas por especialistas que podem explicar esse baixo desempenho. Entre os fatores internos a escola, podemos citar: a formação inadequada docente, a estrutura precária de ensino, a baixa remuneração profissional dos professores, metodologias tradicionais de ensino e o período pandêmico com as aulas remotas (Alfano, 2023; Berezuk, 2010). Entretanto, fatores externos também explicam grande parte do mau desempenho de nossos estudantes, como as condições de vida e de salários de grande parte das famílias brasileiras, a desvalorização da escolarização como fator de ascensão social, necessidades dos adolescentes em contribuir para a manutenção de suas famílias, entre tantos outros.

Detendo-se sobre as causas internas que promovem o fracasso do ensino de Ciências no Brasil, iniciaremos pela situação que envolve a formação docente. Segundo os dados do Censo Escolar de 2023, realizado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep), 85,6% dos professores do ensino fundamental possuem formação superior (84,9% em grau acadêmico de licenciatura e 1,7% de bacharelado), 8,5% possuem ensino normal/magistério e 4,9% possuem apenas o ensino médio ou inferior a isso. Já em relação ao ensino médio, 96,1% dos docentes têm nível superior completo (91,6% em grau acadêmico de licenciatura e 4,5%, bacharelado) e 3,9% possuem formação de nível médio ou inferior (Brasil, 2023).

Analisando os dados acima sobre a formação dos professores que atuam no Ensino Fundamental, observa-se pelo levantamento supracitado, que além de haver docentes sem a formação superior, muitos atuam em áreas nas quais não possuem uma formação específica. No caso do ensino de Ciências nos anos iniciais do Ensino Fundamental apenas 71,7% possuem formação específica e 14,6% sequer têm formação de nível superior (Gráfico 1a). Com relação aos docentes que atuam nos anos finais do Ensino Fundamental, a situação não é

muito diferente, sendo que 66,6% possuem a formação adequada e 7,4% não têm formação superior (Gráfico 1b)

Gráfico 1: Adequação da Formação Docente do Ensino Fundamental – Brasil 2022



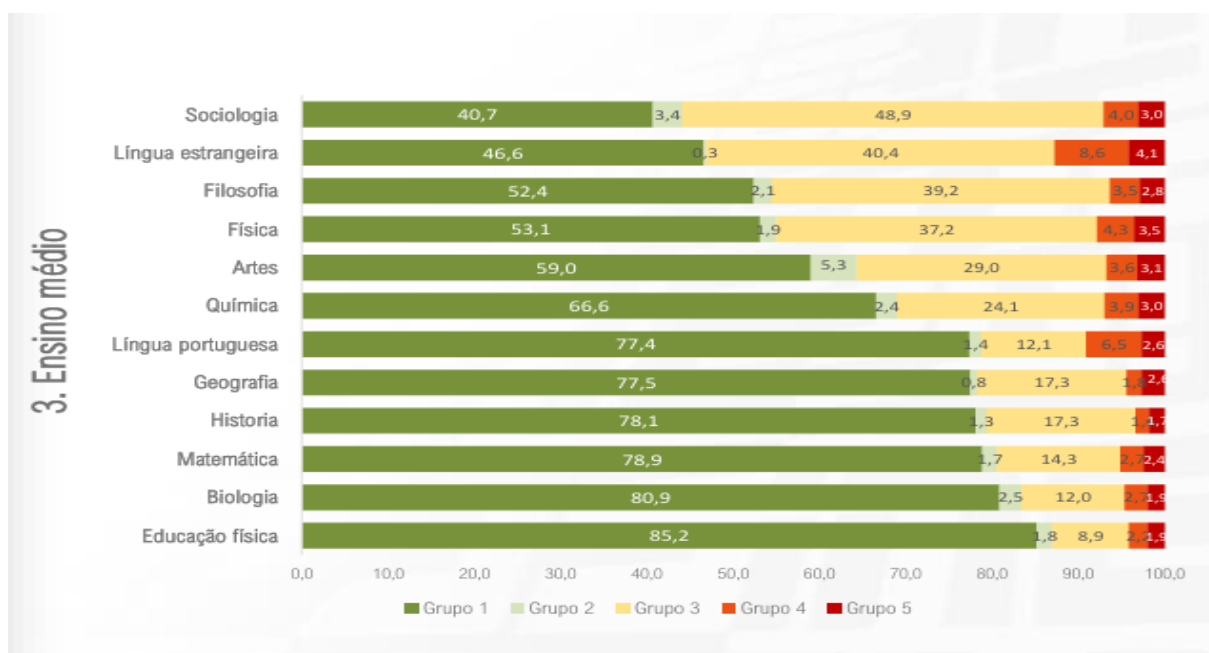
Grupo 1: Professores com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona; Grupo 2: Professores com formação superior de bacharelado (sem complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona; Grupo 3: Professores com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) em área diferente daquela que leciona; Grupo 4: Professores com formação superior não considerada nas categorias; Grupo 5: Professores sem formação superior.

Fonte: INEP, 2022.

Já em relação aos professores do Ensino Médio, na área das Ciências da Natureza, de acordo com os dados do Gráfico 2, a disciplina de Física apresenta apenas 53,1% dos professores com formação apropriada e 3,5% não possuem formação superior; enquanto na

Química 66,6% possuem formação adequada e 3% não são graduados. Os melhores resultados são obtidos em Biologia com 80,9% de professores com formação específica e 1,5% sem curso superior.

Gráfico 2 – Adequação da Formação Docente do Ensino Médio – Brasil 2022



Grupo 1: Professores com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona; Grupo 2: Professores com formação superior de bacharelado (sem complementação pedagógica) na mesma área da disciplina que leciona; Grupo 3: Professores com formação superior de licenciatura (ou bacharelado com complementação pedagógica) em área diferente daquela que leciona; Grupo 4: Professores com formação superior não considerada nas categorias; Grupo 5: Professores sem formação superior.

Fonte: INEP, 2022.

Devido a esse apagão de professores licenciados, profissionais de outras áreas têm ministrado aulas na educação básica (Bof; Caseiro; Mundin, 2023). Sem a formação adequada, esses profissionais acabam prejudicando o processo de ensino, pois eles possuem dificuldades em ensinar seus alunos a se apropriarem dos conteúdos presentes no currículo oficial, já que o profissional da aprendizagem precisa ter amplo domínio do conhecimento específico e pedagógico para garantir a aprendizagem efetiva dos estudantes (Libâneo, 2015).

Além do apagão de professores, boa parte dos licenciandos que se encontram na universidade a formação de ensino tradicional centrada na transmissão de conteúdos e no domínio de técnicas pedagógicas que priorizam a reprodução de saberes estabelecidos. Esse modelo formativo, muitas vezes influenciado por paradigmas positivistas, tende a enfatizar a

fragmentação disciplinar e a instrução baseada em métodos expositivos, o que pouco contribui para que o discente tenha uma aprendizagem efetiva. Segundo Gatti (2013), a formação docente no Brasil ainda enfrenta desafios relacionados à articulação entre teoria e prática, à integração interdisciplinar e à promoção de uma pedagogia que valorize o protagonismo dos estudantes e o diálogo com os contextos sociais. Assim, a superação de tais limitações requer uma revisão dos currículos e práticas formativas, com vistas a formar educadores capazes de atuar de maneira crítica e transformadora.

Outro fator que prejudica bastante o processo de ensino-aprendizagem é a falta de estrutura para o desenvolvimento das aulas de Ciências Naturais. Pesquisa feita pelo INEP em 2018 sobre a infraestrutura das escolas de nível médio revelou que apenas 38,8% das escolas de nível médio possuem laboratórios de Ciências (Brasil, 2019), revelando assim a precariedade e a ausência de recursos para efetivar um ensino de qualidade. Branco *et al.* (2018) em seu estudo também analisando a situação desses espaços na escola básica, traz a informação que mesmo as escolas que possuem laboratório, possuem grandes dificuldades em manter esse espaço de forma funcional, devido à falta de reposição de materiais e reagentes e ausências de técnicos de laboratórios responsáveis pelo espaço, o que mostra a falta de investimento na área.

A baixa remuneração docente é outro fator que dificulta o desenvolvimento do ensino de Ciências no Brasil. Devido a essa condição, estudantes de licenciaturas em universidades públicas na área da Ciências da Natureza acabam migrando para outras áreas, afastando assim professores em potencial. Além disso, a má remuneração faz com que os profissionais que resistem na profissão se dediquem a uma jornada extenuante de trabalho (De Almeida, 2012). Como consequência dessa jornada com grande número de aulas na semana, este profissional fica impossibilitado de cursar formações continuadas e refletir sobre suas práticas pedagógicas, deteriorando assim a qualidade de seu ofício docente.

Outro fator apontado para a baixa qualidade no Ensino de Ciências são as metodologias tradicionais de ensino que predominam no ensino de Ciências Naturais no Brasil (Araujo; Ramos, 2023). Tais abordagens são caracterizadas pela centralização do conhecimento no docente, na transmissão dos conteúdos e na passividade dos discentes. Neste tipo de metodologia, o processo de ensino-aprendizagem é reduzido a memorização de definições, fórmulas e a realização de exercícios e provas (Kruger, 2023). Conforme vimos nos resultados das avaliações de Ciências dos estudantes brasileiros e em diversos estudos de pesquisadores da área (Moreira, 2018; Da Silva, 2020; Ruppenthal; Dos Santos; Prati, 2011) esse tipo de metodologia tem contribuído pouco para garantir a aprendizagem dos conceitos

científicos presentes nos currículos oficiais. Dessa forma, é necessário buscar novas metodologias que possam contribuir efetivamente no ensino de Ciências.

Em se tratando do Ensino de Ciências voltado para a temática ambiental, alguns estudos vêm apontando as fragilidades da Educação Ambiental no ambiente escolar. Entre os problemas encontrados temos fragmentação curricular como sendo um dos principais obstáculos. Por ser tratada como tema transversal, a Educação Ambiental não possui um espaço definido nos currículos dos sistemas educacionais, o que vem resultando em conteúdos pontuais, sem ligação com outros conteúdos e sem a necessária profundidade que o tema precisa (De Oliveira; Amaral, 2020). Soma-se a isso, a formação inicial insuficiente dos docentes da Educação Básica sobre os conhecimentos em Educação Ambiental, que mesmo com a obrigatoriedade da inserção dessa temática nos cursos de licenciatura, não tem garantido a formação de qualidade desses profissionais, apresentando dificuldades em abordar a temática em questão de forma interdisciplinar e contextualizada (Gama, 2020), como recomenda as políticas públicas da área.

Elucidado os principais fatores, no contexto das políticas educacionais, que podem explicar o baixo desempenho dos estudantes brasileiros em provas nacionais e internacionais que avaliam a aprendizagem em Ciências, queremos focar na urgência de novas abordagens, já que o objeto de estudo dessa pesquisa busca apresentar uma alternativa pedagógica viável para garantir uma aprendizagem efetiva dos conhecimentos pelos discentes. Entretanto, concordamos que para um salto de qualidade na Educação em Ciências no Brasil, os problemas citados precisam ser mitigados, por isso a importância da apresentação desses motivos que diretamente e indiretamente afetam a prática pedagógica.

Voltando para urgências de novas metodologias para o ensino de Ciências, uma abordagem que se apresenta com grande potencial para ser utilizada pelos professores da Educação Básica no ensino de Ciências é a Ciência Cidadã, abordagem que é objeto de estudo da atual pesquisa e que será apresentada a seguir como uma promissora abordagem.

2.2. Educação Ambiental Sintrópica: Conceitos, Eixos e Aplicações

A Educação Ambiental Sintrópica (EAS) é uma abordagem que busca repensar as interações entre os sistemas naturais e humanos, propondo uma visão crítica e transformadora para a solução das problemáticas socioambientais. Segundo Spazziani *et al.* (2022), a EAS oferece novas perspectivas epistemológicas para entender o desenvolvimento do conhecimento das ciências naturais, associando-o à realidade social e ao equilíbrio entre a existência humana e o meio ambiente. Essa abordagem não se limita a uma educação formal,

mas também busca integrar práticas autossustentáveis, como as aplicadas na agricultura sintrópica, proposta por Ernst Götsch (1995), que visa restaurar o equilíbrio ecológico ao promover a convergência de sistemas vivos através de uma gestão regenerativa.

A sintropia, conceito central da EAS, é descrita por Luigi Fantappiè (1942) como a força capaz de contrariar a tendência da entropia, a qual leva os sistemas ao caos e à dissipação de energia. A sintropia, por sua vez, tende a criar organização e aumentar a complexidade, como evidenciado por Di Corpo (2013) e Vannini (2008), que demonstram que os sistemas vivos tendem a se organizar e evoluir em direção à ordem. A EAS propõe que as ações humanas devem ser alinhadas a esse princípio, promovendo um processo educacional que articula a natureza com a cultura e a sociedade com a ecologia.

O conceito de Educação Ambiental Sintrópica transcende o ensino convencional, pois, segundo Pinto *et al.* (2022), envolve práticas educativas que vão desde atividades teórico-experimentais nas escolas até a promoção de práticas sustentáveis em comunidades rurais, como na agricultura sintrópica. Essa abordagem enfatiza a importância de contextualizar as questões ambientais na vida cotidiana das pessoas, permitindo que o processo educativo esteja intimamente relacionado com a realidade social e com as percepções da comunidade local.

No Brasil, a EAS tem sido aprofundada pelo Grupo de Pesquisa e Estudos em Educação Ambiental, Sustentabilidade e Ambientalização (GEPEASA), coordenado pela Profa. Dra. Maria de Lourdes Spazziani, que integra a teoria sintrópica com a prática educacional, focando em três eixos principais: Saúde Ambiental, Segurança Alimentar e Ciência Cidadã. O grupo tem pesquisado e debatido os avanços da Educação Ambiental em diferentes contextos, tais como iniciativas de ambientalização, práticas sustentáveis e a construção de sociedades mais equilibradas e justas. O projeto mais recente do grupo, intitulado “Educação Ambiental Sintrópica em escolas públicas do interior de São Paulo”, visa a desconstrução de paradigmas dominantes e a promoção de diálogos entre diversas áreas do saber, com o objetivo de formar cidadãos críticos e comprometidos com a sustentabilidade e a justiça socioambiental.

Portanto, a Educação Ambiental Sintrópica representa uma abordagem inovadora e integradora, que se baseia em uma compreensão holística e regenerativa dos sistemas naturais e sociais, incorporando esses três eixos fundamentais para a formação de um pensamento crítico e responsável em relação ao meio ambiente.

2.3. Potencialidades da Ciência Cidadã no ensino

São vários os trabalhos que indicam que voluntários que participaram de projetos de Ciência Cidadã aumentaram seu conhecimento científico e a compreensão de como a Ciência é feita. Por exemplo, Araújo *et al.* (2022) e Bonney *et al.* (2009) constataram em seus trabalhos que essa abordagem funciona como uma ferramenta preciosa para aumentar a alfabetização científica. Já Trautmann *et al.* (2012) concluiu que a abordagem mencionada favorece o entendimento de como ocorre as etapas do processo de construção do conhecimento científico e Costa *et al.* (2021) constataram que participantes de projetos de Ciência Cidadã despertavam o interesse em conhecer carreiras científicas. Dessa forma, os trabalhos citados mostram a potencialidade do uso dessa abordagem para a aproximação entre cidadão e Ciência, proporcionando condições para que os participantes dos projetos entrem em contato com processos, práticas e métodos de investigação científica que possibilitam a tais intervirem na sociedade de forma efetiva, o que também constitui o principal objetivo do ensino de Ciências no ensino básico (Brasil, 2018), mostrando assim a grande potencialidade dessa abordagem para o ensino formal.

Alguns fatores da própria natureza da Ciência Cidadã podem justificar seu uso no ensino formal. Em primeiro lugar, projetos de Ciência Cidadã pelo mundo permite que o voluntário participe da coleta, observação e análise dos dados, fazendo com que ele se torne ativo no processo de construção de conhecimentos. Esta aprendizagem ativa, como a estimulada pela Ciência Cidadã, é essencial no processo de ensino e aprendizagem, pois permite ao estudante a criação de conexões entre as experiências vividas e novas informações ministradas pelos docentes, promovendo assim a maior capacidade de compreender o que é estudado (Vickery, 2016).

Em segundo lugar, os projetos de Ciência Cidadã possuem caráter interdisciplinar, relacionando disciplinas das áreas de Ciências Humanas, Ciências da Natureza, Linguagens e Matemática. Esse caráter interdisciplinar também é desejável no ensino de Ciências, pois torna a aprendizagem mais significativa para os alunos, uma vez que pode promover um ensino ligado à realidade dos estudantes em diferentes esferas, permitindo que eles possam aplicar os conhecimentos trabalhados em seus desafios cotidianos (De Jesus Pereira, 2023). Do Lago *et al.* (2015) também aponta que essa interdisciplinaridade no ensino promove uma sensível melhora no modo de se educar, fomentando à formação de sujeitos participativos e críticos perante a sociedade.

Em terceiro lugar, podemos citar a contextualização promovida pelos projetos que usam a abordagem da Ciência Cidadã. Esta contextualização é promovida pela abordagem em questão, pois a questão de pesquisa que norteia os projetos dessa abordagem, geralmente surge da demanda da comunidade onde esses voluntários convivem, ou seja, a questão a ser investigada sempre é significativa para comunidade. No ensino de Ciências é necessário que as questões também surjam a partir das inquietações vivenciadas pelos alunos em seu cotidiano, contextualizando assim os assuntos a serem trabalhados. Segundo Finger e Bedin (2019) este processo de contextualização dos conteúdos escolares que a Ciência Cidadã propicia otimiza o processo de ensino-aprendizagem, pois permite que os alunos consigam relacionar os saberes da sociedade com os conteúdos científicos, imprimindo assim sentido aos assuntos trabalhados, fomentando a aprendizagem significativa.

Essa “aprendizagem significativa” pode ser compreendida como aquela em que o aluno realmente vê sentido no que aprende, estabelecendo assim uma relação significativa com o conteúdo estudado e sentindo motivado a aprender. Para o psicólogo estadunidense, desenvolvedor da Abordagem Centrada na Pessoa, Carls Rogers (2001) a aprendizagem significativa é:

uma aprendizagem que é mais do que uma acumulação de fatos. É uma aprendizagem que provoca uma modificação, quer seja no comportamento do indivíduo, na orientação futura que escolhe ou nas suas atitudes e personalidade. É uma aprendizagem penetrante, que não se limita a um aumento de conhecimentos, mas que penetra profundamente todas as parcelas da sua existência.

Sendo assim, podemos concluir que para promover uma aprendizagem significativa, a contextualização pode ser uma excelente estratégia, ficando evidente o aprendizado discente quando este consegue conectar os conteúdos trabalhados em sala com as suas ações cotidianas, podendo garantir uma aprendizagem realmente efetiva e duradoura. Dessa forma, a abordagem mencionada acima é uma ferramenta poderosa, pois cria um ambiente propício para que essa contextualização aconteça no momento da pesquisa.

Diante do exposto, podemos concluir que as ferramentas da Ciência Cidadã possuem grandes potencialidades para serem aplicadas no ensino de Ciências.

É necessário realçar que o aprendizado de Ciências sozinho não tem garantido uma mudança no modelo de desenvolvimento que tem levado o planeta ao colapso. É importante refletir e considerar que, mesmo nos países que têm obtido êxito no ensino de Ciências, não tem assegurado qualidade de vida, sustentabilidade, ou a formação de pessoas com pensamento crítico em relação ao modelo de desenvolvimento. Em outras palavras, a ciência

também está sujeita ao modelo ideológico dos grupos dominantes em países imperialistas que impõem seu modo de produção em detrimento da qualidade de vida no planeta.

Dessa forma, surge a necessidade da Ciência Cidadã estar ligada a uma proposta que permita os indivíduos a desenvolverem uma consciência crítica sobre a interação entre a sociedade e o meio ambiente, estimulando a adoção de práticas sustentáveis e a participação ativa na resolução de questões ambientais. É neste contexto que surge a proposta de promover uma proposta de Educação Ambiental mediada pela Ciência Cidadã.

2.4. Ensino e Sustentabilidade: A Integração entre Educação Ambiental Sintrópica (EAS) E Ciência Cidadã

A Educação Ambiental Sintrópica e a Ciência Cidadã, quando integradas, possuem grandes possibilidades de trazer benefícios significativos tanto para o ensino de Ciências quanto para a pesquisa científica. Essa sinergia pode ampliar a percepção sobre os impactos positivos das práticas sintrópicas e fortalecer a relação entre conhecimento científico e ação prática.

Embora ainda pouco difundida no meio acadêmico, essa abordagem já vem sendo aplicada em algumas escolas, projetos ambientais e práticas agroflorestais comunitárias promovidas pelo grupo de estudos GEPEASA (Rumenos *et al.*, 2020). A integração entre Educação Ambiental Sintrópica e Ciência Cidadã tem o potencial de expandir o aprendizado para além do ambiente escolar, aproximando estudantes e comunidades das realidades ecológicas locais. Estudos indicam que voluntários que participaram ativamente da coleta e análise de dados ambientais desenvolveram uma visão mais crítica sobre os impactos humanos no meio ambiente e passaram a compreender melhor a importância das práticas sustentáveis (Spazziani, 2022).

Além disso, a convergência desses dois campos pode fortalecer a autonomia dos participantes. Ao se envolverem diretamente no monitoramento de dados ambientais, os alunos podem tornar-se protagonistas na busca por soluções sustentáveis. O contato direto com os processos naturais e a vivência prática do conceito de sintropia estimulam o senso de pertencimento e responsabilidade ambiental, reforçando o papel da educação na transformação socioambiental (Conrad; Hilchey, 2011).

Outro aspecto relevante dessa interação é a valorização dos saberes locais e tradicionais. Em muitas comunidades, os conhecimentos populares podem ser enriquecidos pela Ciência Cidadã, promovendo um diálogo entre diferentes formas de conhecimento. Essa troca fortalece a percepção de que a regeneração ambiental não depende apenas de

intervenções científicas, mas também do resgate e da aplicação de saberes tradicionais alinhados ao meio ambiente (Spazziani, 2022).

No caso da atual pesquisa, a abordagem da Educação Ambiental Sintrópica (EAS) utilizada no projeto, além do eixo da Ciência Cidadã, consistia em mais dois eixos: Segurança Alimentar e Saúde Ambiental, os quais acreditamos que podem ser beneficiados pela integração entre EAS e Ciência Cidadã.

O livro *Educação Ambiental Sintrópica: ensaios para o futuro*, publicado em 2022 pelo GEPEASA, apresenta diversos produtos resultantes das atividades desenvolvidas em escolas do interior de São Paulo, sob a perspectiva da EAS e da Ciência Cidadã. Os relatórios preliminares destacam as potencialidades dessa integração na promoção dos eixos abordados.

No que se refere à Segurança Alimentar, o capítulo “Educação Ambiental Sintrópica e Ciência Cidadã: da teoria à prática” evidencia que o envolvimento dos alunos em atividades agroecológicas, como a implantação de hortas sintrópicas, favoreceu uma compreensão mais aprofundada sobre a produção de alimentos sustentáveis e regenerativos. A vivência prática possibilitou uma ampliação do entendimento sobre a relação entre a qualidade dos alimentos consumidos, os impactos ambientais da produção convencional e as alternativas agroecológicas fundamentadas nos princípios da sintropia.

Já no âmbito da Saúde Ambiental, o capítulo “Práticas educativas em Educação Ambiental em Arealva” demonstra que as ações conduzidas por alunos do ensino fundamental resultaram em uma alimentação mais equilibrada entre os estudantes. Além disso, tais atividades estimularam o entusiasmo dos alunos e professores envolvidos no projeto, promovendo uma maior conexão com a natureza e trazendo benefícios concretos, como a redução da hiperatividade, a diminuição da ansiedade, o aumento da prática de atividades físicas e o fortalecimento da interação entre os agentes escolares.

Para ampliar o alcance da Educação Ambiental Sintrópica e da Ciência Cidadã e ratificar os indícios apontados pela obra acima, é essencial que essa abordagem seja incorporada ao ensino formal, a fim de verificar se as potencialidades apontadas se confirmam na prática escolar. Caso essa hipótese se concretize, essas informações poderão fomentar novos projetos que incentivem essa prática de pesquisa e ensino.

Dessa forma, a união entre essas duas abordagens representa um caminho educacional promissor para a construção de sociedades mais sustentáveis e resilientes, onde o conhecimento e a ação coletiva se tornam pilares fundamentais para enfrentar os desafios ambientais contemporâneos.

CAPÍTULO 3 – TEORIA SOCIOCULTURAL DE VIGOTSKI E A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS

Com base no referencial Vigotskiano, esta pesquisa procurou estabelecer pontos de balizamento entre o mesmo e o uso da abordagem da Ciência Cidadã em uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica, como uma forma de investigar essa abordagem como uma ferramenta para propostas educativas no ensino formal. Dessa forma, neste capítulo será explorada a perspectiva de aprendizagem e desenvolvimento defendida por Vigotski para uma melhor compreensão sobre o tema.

3.1. Breve Biografia de Lev Semionovitch Vigotski

Lev Semionovitch Vigotski nasceu em 5 de novembro de 1896, na cidade de Orsha, no nordeste de Minsk, na Bielo-Rússia. Formou-se em Direito 1917 na Universidade de Moscou, mas especializou-se, e foi professor em literatura e psicologia. Desde então, até 1923, lecionou literatura e psicologia, além de ministrar diversas palestras sobre os problemas da literatura e ciência (Vigotski, 1988).

No ano de 1924 Vigotski se mudou para Moscou, onde trabalhou no Instituto de Psicologia. Nesse período ele aprofundou seus estudos em linguística, sociologia, psicologia, filosofia e artes. No ano de 1925, Vigotski constitui um grupo de pesquisadores que realizaram uma série de investigações nas áreas da psicologia e no estudo de anomalias físicas e mentais. Mais tarde, interessou-se pela medicina iniciando em Moscou e terminando em Kharkov na Ucrânia (Vigotski, 1988). Morreu de tuberculose em 1934, aos 38 anos, deixando uma grande produção intelectual que foi aprimorada e disseminada pelos seus colaboradores. Entre os colaboradores mais notáveis podemos citar Aleksandre Luria e Alexis Nikolaevich Leontiev.

Segundo Martins (2010) toda a vasta produção teórica de Vigotski esteve comprometida com a consolidação de uma ciência da educação a serviço do pleno desenvolvimento dos indivíduos. O trabalho mais prestigiado de Vigotski é o *Pensamento e Linguagem*, publicado logo depois de sua morte. Ele desenvolveu pela primeira vez uma teoria baseada na semiótica da cultura do desenvolvimento da linguagem que antecipava a psicologia genética de Piaget (Lev Vigotski Archive, 1999).

Devido a vários fatores, inclusive a tensão política entre os Estados Unidos e a União Soviética após a Segunda Grande Guerra, o trabalho de Vigotski permaneceu desconhecido

por grande parte do mundo ocidental durante décadas. Após o fim da Guerra Fria, o legado de Vigotski começou a ser revelado (Marxists Internet Archive, 2008).

No Brasil, a ascensão da popularidade das ideias elaboradas por Vigotski e seus colaboradores, denominada de Psicologia Histórico-Cultural, se deu há cerca de 30 anos. Hoje em nosso país, a teoria de Vigotski tem sido investigada e utilizada em diferentes níveis de ensino, percorrendo a educação infantil, ensino fundamental, médio, técnico, superior, ensino não formal e a educação especial.

Na atual pesquisa, investigaremos a abordagem da Ciência Cidadã em uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica sob a ótica Vigotskiana. Acreditamos que o arcabouço teórico Vigotskiano pode trazer elementos importantes para validação dessa abordagem em atividades de Educação Ambiental no Ensino Formal.

Sabendo da necessidade da compreensão das principais ideias Vigotskianas sobre aprendizagem, veremos a seguir um breve resumo sobre tais ideias.

3.2. A Psicologia Histórico-Cultural de Vigotski

Vigotski construiu sua teoria tendo por base o desenvolvimento do indivíduo como resultado de um processo sócio-histórico, sendo essa teoria considerada histórico-cultural. Isso quer dizer que o desenvolvimento cognitivo não pode ser entendido sem referência ao contexto social e cultural no qual ele ocorre (Moreira, 2011). Como já mencionado no trabalho, o teórico em questão acreditava que o desenvolvimento de processos mentais superiores têm origem em relações sociais, sendo que as conversões dessas relações é que promoverá desenvolvimento cognitivo dos sujeitos para os processos mentais superiores (Vigotski, 2001).

Portanto, o homem é um ser social, e a cultura na qual se insere vai indicar suas possibilidades na constituição de si mesmo e no conhecimento do mundo que o cerca. O processo de construção de conhecimento é aqui entendido como processo de internalização dos signos (sistemas simbólico-culturais), que necessita de uma participação ativa de nossos sentidos. Portanto, focalizar a percepção dos sujeitos no ato de construção de sua consciência pode fornecer ‘pistas’ de como esse processo se realiza.

Trazendo isso para o contexto escolar e para a relação de ensino e aprendizagem, podemos concluir que os estudantes trazem seus conhecimentos, e a função do professor, no entender de Vigotski (2001), consiste em mediar às interações que ocorrem em sala de aula, a ponto de proporcionar atividades que levem ao desenvolvimento de novos níveis das funções mentais e a apreensão dos conceitos científicos apresentados. Vigotski defende que o aluno

aprende melhor quando é confrontado com tarefas que impliquem um desafio cognitivo não muito discrepante, ou seja, que se situem naquilo a que o psicólogo soviético chama de zona de desenvolvimento proximal. Essa zona é definida por Vigotski como a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo, tal como exemplificado por sua capacidade de resolver problemas independentemente, e o seu nível de desenvolvimento potencial, tal como exemplificado por meio da solução de problemas sob orientação ou em colaboração com companheiros mais capazes (Vigotski, 1988).

Portanto, os problemas apresentados precisam ter significados e sentidos para os alunos, para que haja a apropriação de conhecimentos historicamente construídos e, com eles, a compreensão e superação do problema em questão. Esta teoria tem implicações importantes no processo de instrução: o professor deve proporcionar aos alunos a oportunidade de aumentarem as suas competências e conhecimento, partindo daquilo que eles já sabem, levando-os a interagir com outros alunos em processos de aprendizagem cooperativa.

3.3. A Formação dos Conceitos Científicos

A formação de conceitos é um processo complexo que envolve o desenvolvimento de funções psicológicas superiores como a memória, consciência, percepção, atenção e pensamento (Vigotski, 2009, p. 289). Dessa forma, esta seção objetiva elucidar os fatores responsáveis

Conforme já citado neste trabalho, as funções psicológicas superiores são mediadas culturalmente, e o comportamento derivado dessas funções está aberto a maiores possibilidades. O conhecimento é resultado da interação social; na interação com os demais se adquire a consciência de si mesmo, aprende-se o uso de símbolos que permitem pensar de forma cada vez mais complexa. Para Vigotski, quanto maior a interação social, mais consistentes tornam-se essas funções psicológicas superiores. A diferença principal entre as operações psicológicas inferiores e superiores se dá pelo fato que o ser humano não se relaciona unicamente de forma direta com o seu ambiente, ou seja, não utiliza apenas das características inatas presentes nas operações psicológicas inferiores, como fazem os animais que apenas respondem aos estímulos sensoriais, mas também se relaciona com o ambiente através e mediante a interação com os demais indivíduos, formando a percepção, memória, raciocínio elaborado, funções denominadas superiores e que estão presentes apenas nos seres humanos (Vigotski, 2001).

A teoria de Vigotski tem como vínculo principal do processo de aprendizagem a formação de conceitos. A formação dos conceitos para o teórico depende das funções

psicológicas superiores que através das interações sociais, promove a internalização desses conceitos, transformando-os em uma apropriação individual. Esse processo inicia-se desde a primeira infância, onde encontramos a raiz para o desenvolvimento dos processos que podem dar lugar, mais tarde, à formação de conceitos, desenvolvendo plenamente apenas na adolescência, quando é possível a transição definitiva ao pensamento conceitual (Moreira, 2011).

Para compreender melhor a formação destes conceitos, Vigotski (1988) propôs um estudo experimental sobre o tema, envolvendo trezentas pessoas, formadas por crianças, adultos e indivíduos portadores de distúrbios patológicos. A partir das conclusões do estudo, o teórico elaborou três fases básicas para a formação de conceitos.

A primeira fase ocorre no estágio infantil. Conhecida como *agregação desorganizada* ou *amontoado*, o agrupamento de objetos é feito sem qualquer fundamento. A palavra corresponde a um conglomerado sincrético e vago de objetos isolados. Vigotski nos esclarece:

A formação de uma pluralidade não informada e não ordenada, a discriminação de um amontoado de objetos. Esse amontoado de objetos a ser discriminado pela criança, a ser unificado sem fundamento interno suficiente, sem semelhança interna suficiente e sem relação entre as partes que o constituem, pressupõe uma extensão difusa e não direcionada do significado da palavra (ou do signo que a substitui) a série de elementos externamente vinculados nas impressões da criança mas internamente dispersos (Vigotski, 2001, p. 173).

Na segunda fase, denominada *pensamento por complexos*, a criança começa a abandonar o sincretismo e os objetos começam a ser agrupados. É um pensamento coerente, porém diferente do pensamento por conceitos que trabalha com elementos concretos e fatuais, não abstratos. Este é um importante ponto de diferença entre um complexo e um conceito. O pensamento por conceitos só ocorre na época da adolescência, quando é possível a transição definitiva ao pensamento conceitual. Existe nesta fase uma sequência de estágios que se sucedem em função das relações estabelecidas entre os objetos: – *associativa*, ligada a qualquer tipo de atributo que relacione o objeto específico com outros objetos presentes; *de coleções*, relacionadas a atributos que tornem os elementos diferenciados, porém passíveis de serem agrupados por alguma característica (cores, tamanho e forma) (cor, forma, etc.); *em cadeia*, em que as associações, feitas a partir de sequências de atributos (cores, formas, tamanho, etc.), levam ao estágio do complexo difuso quando esses atributos vão sendo modificados de forma vaga, flutuante e aparentemente ilimitada (Gaspar apud Moreira, 1998). O último estágio desta fase é o *pseudoconceito*, que é ainda um complexo, porque a generalização formada na mente da criança, semelhante a um conceito, não tem ainda todas as

suas características como, por exemplo, a abstração. O pseudoconceito forma o elo entre o pensamento por complexos e os conceitos verdadeiros (Carvalho, 2012).

A terceira fase, denominada *conceitos potenciais*, é caracterizada por ser resultante de uma espécie de abstração e isolamento de traços comuns dos objetos. Isso se dá a partir de um pensamento prático em busca de significados funcionais e no agrupamento por grau máximo de semelhança. Antecede a fase da formação do conceito propriamente dito, que se dará quando os traços abstraídos desta fase forem sintetizados e resultarem no principal instrumento do pensamento (Vigotski, 2001, p.68).

A psicologia histórico-cultural de Vigotski acredita que cabe à escola possibilitar a apropriação do conhecimento objetivo pelo aluno. Dessa forma, o desafio que se coloca para a escola, no âmbito do ensino de Ciências voltado para a temática ambiental, é promover um desenvolvimento conceitual que promova a educação científica dos alunos, para que eles possam avançar para uma tomada de consciência crítica, que preze por ações favoráveis à sociedade e ao ambiente. Sendo assim, é necessário que o professor detenha uma rica formação sobre a área científica que irá ministrar, mas que também possua conhecimentos ligados ao processo de aprendizagem, como os apresentados nesta seção sobre os elementos e as etapas fundamentais na formação de conceitos, segundo o referencial Vigotskiano.

A seguir faremos uma breve discussão sobre a importância dos conceitos espontâneos para a apropriação dos conceitos científicos, além de destacar o papel do professor durante este processo.

3.4. Conceitos Espontâneos e Conceitos Científicos

Em seus aprofundamentos a propósito da construção dos conceitos, Vigotski coloca em evidência as relações existentes entre os conceitos espontâneos (cotidianos) e científicos. O teórico em questão aponta dois sistemas de formação conceitual: um baseado em categorias difusas ou probabilísticas, relacionadas a contextos particulares, chamados de conceitos espontâneos e outro em conceitos clássicos, conhecidos como conceitos científicos (Vigotski, 2001, p.246). Vigotski enfatiza a interação dinâmica entre estes dois sistemas, que acontece numa via de mão dupla: os conceitos científicos possibilitam realizações que não poderiam ser efetivadas pelo conceito espontâneo e vice-versa. Ou seja, os conceitos científicos não são assimilados em sua forma já pronta, mas sim por um processo de desenvolvimento relacionado à capacidade geral de formar conceitos, já existente no sujeito. Por sua vez, este nível de compreensão está associado com o desenvolvimento dos conceitos espontâneos.

Dessa forma, podemos entender que o conceito espontâneo é necessário para a aprendizagem dos conceitos científicos, devendo ser considerado o ponto de partida para o aprendizado.

Vigotski esclarece que há essa relação de interdependência, em que um age para o desenvolvimento do outro (2001, p. 261). O autor mencionado nos esclarece que no desenvolvimento do conceito científico, segue-se do conceito para o objeto, enquanto, no conceito espontâneo o caminho percorrido é do objeto para o conceito. Dessa forma, é necessária uma quantidade consistente de conceitos espontâneos para promover a formação de conceitos científicos, pois a aprendizagem destes conceitos exige o arcabouço conceitual formado na etapa anterior. A aquisição dos conceitos científicos trabalhados permite reorganizar a estrutura de entendimento do indivíduo, inclusive dos conceitos espontâneos presentes até então. Sendo assim, o conhecimento científico, a arte e outras elaborações da vida cultural somente são adquiridos na sua plenitude quando os conceitos espontâneos servem de subsídios para promoção de novos pensamentos (Vigotski, 1996)

Cabe ao professor o papel de promover a articulação entre os conceitos espontâneos, que os indivíduos trazem consigo e foram adquiridos em suas vivências, com os científicos desenvolvidos na escola, por meio de atividades planejadas e desenvolvidas em situações nas quais os alunos possam ter à dimensão concreta da realidade e dos fenômenos estudados. Dessa forma, cabe ao professor viabilizar maneiras de garantir o aprendizado de novos conceitos a partir dos conhecimentos que os alunos já possuem, e permitindo a interação desses discentes com outros alunos e professores, proporcionando assim um processo de aprendizagem cooperativa.

Apresentado um breve resumo sobre os principais pontos da teoria Vigotskiana, é necessário observar e analisar se uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica mediada pela abordagem da Ciência Cidadã pode trazer contribuições significativas para formação científica e ambiental dos discentes em um ambiente de ensino formal. Essa é proposta da atual pesquisa.

4. METODOLOGIA

As pesquisas científicas, de modo geral, emergem de problemas e hipóteses observados por alguém. A investigação desses aspectos se desdobra a partir de dados que devem ser organizados e analisados para, posteriormente, sistematização dos resultados. Para que esse processo ocorra, torna-se fundamental a escolha de um método e de procedimentos que viabilizem o desenvolvimento do estudo.

Esta pesquisa propõe o que em ciências humanas/sociais tem-se denominado pesquisa de cunho qualitativo por ter seu foco no conhecimento humano que conforme Bronckart *et al.* (1996) está relacionado à compreensão e à interpretação das realidades sociais. Estudos específicos que almejam explicações causais ou relacionadas a certos contextos, precisam de procedimentos de verificação que devem estar articulados e reintegrados a abordagens mais abrangentes, “como propostas de novos significados, necessitando de renegociação contínua no contexto das atividades linguísticas dos grupos humanos”.

Em vista dos objetivos do estudo que se propõe contribuir com a qualidade da formação escolar científica e ambiental dos sujeitos envolvidos, diferentes componentes (sujeitos, tarefas, conhecimentos, estratégias, recursos, contextos) e múltiplas dimensões (científica, social, econômica, pedagógica, cognitiva, afetiva) estão implicados. Segundo Sá-Chaves (2009) compreender a formação intrapessoal é fruto das relações interpessoais oriundas das histórias e significados que são traduzidos ou internalizados da vida social e coletiva.

Estes pressupostos alinhados à perspectiva histórico-cultural implica em perceber o objeto de estudo em movimento. Considera-se a hipótese de que no processo formativo os sujeitos do estudo se revelam ao fazer as atividades e que a qualidade dessas ações depende da finalidade, do contexto, das interdependências. Ou seja, Vigotski (2003, p. 85-86) diz que “estudar alguma coisa historicamente significa estudá-la no processo de mudança”.

Neste sentido, a atual tese trabalhou, em momentos diferentes, com a pesquisa qualitativa na perspectiva da pesquisa-ação para responder os anseios dos objetivos específicos “a” (identificar e analisar as questões socioambientais relevantes da comunidade escolar frente ao conhecimento científico) e “b” (identificar e analisar os pressupostos e as atividades de um Projeto de Educação Ambiental Sintrópica, mediado pela Ciência Cidadã, desenvolvido em uma escola de tempo integral junto aos estudantes do 8º e 9º anos do ensino fundamental) e com a pesquisa intervenção para atender a demanda dos objetivos “c” (identificar e analisar a compreensão de conceitos científicos expressos pelos estudantes) e

“d”(investigar a articulação dos conceitos científicos com os socioambientais para a formação da consciência ambiental crítica e reflexiva, buscando sempre a participação efetiva dos sujeitos no processo, na ação e nos produtos, embora com diferentes envolvimento).

É importante que se reconheça a pesquisa-ação como um dos inúmeros tipos de investigação-ação, sendo um termo genérico para qualquer processo que siga um ciclo no qual se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhora de sua prática, aprendendo mais, no correr do processo, tanto a respeito da prática educativa proposta quanto da própria investigação sobre o processo educativo dos sujeitos envolvidos. A solução de problemas, por exemplo, começa com a identificação do problema, o planejamento de uma solução, sua implementação, seu monitoramento e a avaliação de sua eficácia. A maioria dos processos de desenvolvimento também segue este ciclo, seja ele pessoal ou profissional ou de um produto, um currículo ou uma política. É evidente, porém, que aplicações e desenvolvimentos diferentes do ciclo básico da investigação-ação exigirão ações diferentes em cada fase e começarão em diferentes lugares.

Assim conforme destaca Tripp (2005, p.447)

pesquisa-ação é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática, e (...) as técnicas de pesquisa devem atender aos critérios comuns a outros tipos de pesquisa acadêmica (isto é, enfrentar a revisão pelos pares quanto a procedimentos, significância, originalidade, validade etc.). Isso posto, embora a pesquisa-ação tenda a ser pragmática, ela se distingue claramente da prática e, embora seja pesquisa, também se distingue claramente da pesquisa científica tradicional, principalmente porque a pesquisa-ação ao mesmo tempo altera o que está sendo pesquisado e é limitada pelo contexto e pela ética da prática. A questão é que a pesquisa-ação requer ação tanto nas áreas da prática quanto da pesquisa, de modo que, em maior ou menor medida, terá características tanto da prática rotineira quanto da pesquisa científica.

A pesquisa-ação foi realizada na primeira etapa desta pesquisa, que contemplou Projeto *Ciência Cidadã no Desenvolvimento da Educação Ambiental e Engajamento Social*. Inicialmente, foram promovidas oficinas diagnósticas para identificar os principais problemas enfrentados pela escola e pela comunidade. Com base nessas análises, professores e pesquisadores envolvidos no referido projeto elaboraram, de forma colaborativa, propostas de intervenções alinhadas aos problemas identificados.

Os projetos planejados foram implementados ao longo do ano de 2022 na escola, por mim, que fazia parte da equipe de pesquisadores responsáveis pela investigação, que também atuava como professor na unidade escolar, nas disciplinas do itinerário formativo e em uma disciplina eletiva intitulada “Educação Ambiental e Sociedade”, com ampla

participação da comunidade escolar. Durante a execução, as ações foram monitoradas com o objetivo de registrar avanços, desafios e impactos gerados. Ao término das atividades, realizaram-se avaliações conjuntas entre os pesquisadores e os professores da escola, com o intuito de avaliar os resultados das ações pedagógicas desenvolvidas.

A partir dessa análise, as iniciativas foram replanejadas e otimizadas, sendo posteriormente integradas à uma nova versão da disciplina eletiva *Educação Ambiental e Sociedade*, ministrada no segundo semestre de 2023, para continuidade e aprofundamento das práticas propostas.

No contexto da pesquisa-ação, embora o planejamento mantenha certa flexibilidade, ele está profundamente vinculado a ciclos ou espirais de autorreflexão, elementos constitutivos dessa metodologia investigativa. Como destaca Tripp (2005), os processos de aprimoramento tendem a seguir ciclos estruturados compostos pelas etapas de identificação do problema, planejamento da intervenção, implementação, monitoramento e avaliação. A tabela abaixo mostra, conforme a abordagem do autor, mostrando as ações realizadas em cada fase e do projeto, paralelamente, apresentando as ações efetivamente realizadas nesta investigação. Vale ressaltar que distintas pesquisas podem adotar procedimentos variados em cada etapa do processo, o que naturalmente conduz a resultados e formas de apresentação diferenciadas, adaptadas aos respectivos públicos-alvo (Tripp, 2005).

Quadro 3: Comparação dos ciclos investigativos

ETAPAS		AÇÕES
1.	Identificação do Problema	Realização de oficinas de sondagem com o objetivo de identificar os problemas ambientais enfrentados pela comunidade escolar.
2.	Planejamento da intervenção	Realização de oficinas de sondagem com o objetivo de identificar os problemas ambientais enfrentados pela comunidade escolar.
3.	Implementação	Execução dos projetos de pesquisa interdisciplinares criados
4.	Monitoramento e Avaliação	Acompanhar a execução das atividades, promovendo a interação entre os estudantes e incentivando seu envolvimento no processo.

Fonte: Adaptado de Tripp (2024)

Já a pesquisa-intervenção, abordagem de pesquisa utilizada na disciplina eletiva mencionada, é uma vertente das pesquisas participativas que explora a vida das coletividades em sua diversidade qualitativa, assumindo uma intervenção com caráter socioanalítico

(Aguiar, 2003; Rocha, 1996, 2001). De acordo com Rodrigues e Souza (1987), a pesquisa-intervenção faz uma crítica à política positivista de pesquisa:

A antiga proposta lewiniana está sendo ressignificada à luz do pensamento institucionalista: agora, trata-se não de uma metodologia com justificativas epistemológicas, mas de um dispositivo de intervenção que afirma o ato político inerente a toda investigação. Isso ocorre porque, na pesquisa-intervenção, o vínculo entre a gênese teórica e a gênese social dos conceitos é enfatizado o tempo todo, o que é negado implícita ou explicitamente nas versões positivistas 'tecnológicas' de pesquisa (Rodrigues e Souza, 1987: 31).

No que se refere à origem da pesquisa-intervenção e à construção de sua abordagem única no Brasil (Saidon e Kankahagi, 1987), pode-se identificar o movimento institucionalista francês dos anos 60 e o latino-americano das décadas subsequentes como experiências que consolidaram essa prática ético-estético-política.

O desenvolvimento da pesquisa-intervenção aprofunda a ruptura com os métodos tradicionais de pesquisa e amplia as bases teórico-metodológicas das pesquisas participativas, propondo uma intervenção micropolítica na experiência social, visando transformar a realidade sociopolítica. A questão central é a construção de uma “atitude de pesquisa” que radicaliza a ideia de interferência na relação entre sujeito e objeto pesquisado, considerando que essa interferência não é um obstáculo nas pesquisas sociais ou uma subjetividade a ser superada ou justificada no tratamento dos dados, mas sim uma condição essencial para o conhecimento (Santos, 1987; Stengers, 1990).

Dessa forma, a pesquisa-intervenção afirma seu papel desarticulador das práticas e discursos instituídos, incluindo os científicos, substituindo a fórmula “conhecer para transformar” por “transformar para conhecer” (Coimbra, 1995). Para a formulação da pesquisa-intervenção, destacam-se referenciais importantes, como uma certa concepção de sujeito e grupo, autonomia, práticas de liberdade e ação transformadora.

Dessa forma, a nova versão da disciplina eletiva Educação Ambiental e Sociedade, ministrada em 2023, foi fundamentada na abordagem da pesquisa-intervenção, se orientou por um processo estruturado para coleta e análise de dados. Inicialmente, foram definidos os objetivos da observação em parceria entre os professores da disciplina e os pesquisadores, priorizando aspectos como estratégias de ensino baseada na Ciência Cidadã, participação dos alunos e integração de temas socioambientais.

Durante a aula, o pesquisador atuou como professor e observador-participante, registrando informações qualitativas em um diário de campo e por meio de gravações. Após a observação, os dados foram analisados para identificar oportunidades de otimização

pedagógica.

Com base nas análises parciais de cada aula, as intervenções pedagógicas eram ajustadas conforme as necessidades dos alunos e aos objetivos da pesquisa. Essas intervenções foram implementadas em ciclos contínuos de planejamento, ação e avaliação, buscando promover uma discussão ambiental contextualizada e interdisciplinar.

Por meio da pesquisa qualitativa, com o delineamento dos dois eixos metodológicos supracitados, e por meio dos instrumentos de coleta de dados foi constituída a metodologia da presente pesquisa. A seguir serão descritos os participantes de cada etapa da pesquisa e os detalhes da coleta e análise de dados.

4.1. Participantes da pesquisa e caracterização do local

Os participantes da pesquisa são professores e alunos de uma escola da rede pública de ensino do estado de São Paulo. Na primeira parte da pesquisa, eles participaram de oficinas diagnósticas para identificar as questões socioambientais relevantes da comunidade escolar. Em um segundo momento da pesquisa, alunos dos oitavos e nonos anos, participantes de uma disciplina eletiva, foram observados em sala de aula com o objetivo avaliar se a abordagem da Ciência Cidadã, dentro de uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica, estava contribuindo para a compreensão dos conceitos científicos e se a aprendizagem desses conceitos auxiliava na articulação dos fatores socioambientais, visando à promoção de uma consciência ambiental mais crítica e reflexiva.

4.1.1. Professores da unidade escolar

No total, 26 professores da unidade escolar participaram da oficina diagnóstica. Estiveram presentes professores de todas as áreas curriculares (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas), com diferentes tipos de formação, idade e tempo de docência. O quadro com o perfil dos professores participantes da pesquisa se encontra no anexo B. A maioria dos professores participantes era do sexo feminino (21), enquanto o masculino era representado por 5 professores. A idade dos docentes variava entre 28 e 59 anos. A maioria dos professores está na faixa dos 40 a 50 anos, com poucos abaixo de 40 anos e alguns acima de 50.

Sobre a formação acadêmica, a formação mais comum entre os participantes era em Letras, com 9 professores, seguida por Matemática, com 6. Há uma diversidade nas formações, incluindo áreas como Educação Física, História, Artes, Química, entre outras.

Sobre o tempo de atuação no ofício docente, o tempo varia entre 5 e 29 anos, indicando uma mistura de professores mais experientes com aqueles que têm menos tempo de docência. A maior parte dos professores tinha entre 10 e 25 anos de docência.

Podemos constatar que também existe uma diversidade grande de disciplinas lecionadas, com para Língua Portuguesa, Matemática, Artes e História/Geografia. Alguns professores acumulam disciplinas ou funções, como Mediação Escolar, Direção e Classe Hospitalar.

Essa diversidade em termos de formação, tempo de atuação e disciplinas demonstra um grupo heterogêneo, com uma rica bagagem de experiências que contribuíram de diferentes maneiras para a oficina. Havia um equilíbrio entre professores com longa experiência e aqueles que estavam há menos tempo na docência, o que favoreceu as trocas de conhecimento e estratégias entre os participantes.

4.1.2. Alunos da oficina diagnóstica e da disciplina eletiva

Na oficina diagnóstica, 18 alunos da unidade escolar participaram dos dois dias que ocorreu no evento citado. Neste grupo existia representantes dos nonos anos e de todo ensino médio, sendo 10 meninos e 8 meninas. Já na disciplina eletiva “Educação Ambiental e Sociedade”, o total de alunos matriculados e participantes da pesquisa foi de 34 alunos, sendo 23 meninos e 11 meninas.

A escola onde esses alunos estudam é situada na zona leste do município de Araçatuba, localizada no oeste do estado de São Paulo, e separada por 518 quilômetros da capital do Estado. Ela está localizada na periferia da cidade e é uma escola do Programa de Ensino Integral (PEI), contando com 260 alunos no ensino fundamental II (6º ao 9º ano) e 93 alunos no ensino médio.

Vale a pena salientar que o Programa de Ensino Integral (PEI), modalidade em que a presente pesquisa foi desenvolvida, é regulamentado pela Resolução nº 49, de 07 de julho de 2013, e apresenta uma organização e funcionamento distintos das escolas regulares (São Paulo, 2013). Entre suas principais características, destacam-se:

- ✓ A carga horária dos estudantes é formada por aulas de diversos componentes curriculares, incluindo a Base Nacional Comum, a Parte Diversificada e as Atividades Complementares.
- ✓ As Disciplinas Eletivas buscam enriquecer, ampliar e diversificar os temas do Núcleo Comum, promovendo a experimentação, a interdisciplinaridade e o aprofundamento dos estudos, por meio de diferentes linguagens: plástica, verbal,

matemática, gráfica e corporal. Organizadas semestralmente, essas disciplinas são propostas e elaboradas por grupos compostos por, no mínimo, dois professores de áreas distintas. Os temas são de livre escolha dos docentes, desde que sejam relevantes e aprofundem os conteúdos da Base Nacional Comum.;

- ✓ A organização curricular deve fundamentar-se nas dimensões da ciência, tecnologia, cultura e trabalho, que atuam como eixos integradores de diversos saberes, sendo necessariamente interdisciplinar e contextualizada.;
- ✓ A carga horária destinada aos alunos do Ensino Médio será de 9 horas e 30 minutos por dia.;
- ✓ A equipe gestora é formada pelo diretor da escola, vice-diretor, professor coordenador geral, professor coordenador por área de conhecimento, professor da sala de leitura e docentes com licenciatura plena.

Em relação à cidade que os alunos residem, a cidade de Araçatuba (Figura), com 116 anos desde sua fundação, está situada na região oeste do Estado de São Paulo, a 518 quilômetros da capital. Geograficamente, está localizada nas coordenadas 21° 12'32" S e 50° 25'58" O, a uma altitude de 390 metros acima do nível do mar. A cidade está próxima de Birigui, Guararapes e Valparaíso.

Figura 2: Mapa físico da cidade de Araçatuba



Fonte: Wikipédia.

Araçatuba, que atua como a Cidade-Polo da Mesorregião de Araçatuba (abrangendo 36 municípios), possui uma área total de 1.167,126 km² e ocupa a 23ª posição em extensão territorial no Estado de São Paulo. De acordo com o IBGE (2022), a população estimada de Araçatuba é de 198.578 pessoas, com uma predominância urbana e uma população rural de apenas 3.721 pessoas (1,9%). As mulheres representam 51,9% da população, enquanto os homens são 48,1%.

Ainda segundo o IBGE, a densidade demográfica é de 155,54 habitantes por km². Cerca de 97,6% dos moradores entre 6 e 14 anos estão escolarizados, e a taxa de mortalidade infantil é de 7,6 óbitos por mil nascidos vivos.

A distribuição do grau de instrução da população acima de 10 anos é a seguinte: 39,7% possuem Sem Instrução ou Ensino Fundamental Incompleto, 20,3% têm Ensino Fundamental Completo ou Médio Incompleto, 26,5% têm Ensino Médio Completo ou Ensino Superior Incompleto, 12,7% possuem Ensino Superior Completo, e 0,6% não têm dados determinados. A média de rendimento mensal dos trabalhadores é de 2,5 salários-mínimos, com 33% da população economicamente ativa.

Araçatuba pertence à Bacia do Paraná e é drenada principalmente pelo Rio Tietê, além de contar com os rios Aguapeí e São José dos Dourados. A cidade também é abastecida pelo Aquífero Guarani, a maior reserva subterrânea de água doce do mundo.

O clima de Araçatuba é caracterizado por ser uma área de transição entre o tropical do Brasil Central e o subtropical do Sul do país. O clima é quente, com uma estação seca no inverno. A temperatura média anual é de 22,2 °C, sendo junho o mês com a temperatura média mais baixa, de 18,3 °C, e janeiro o mês mais quente, com média de 25 °C. A pluviosidade média anual é de 1.206 mm.

A economia da cidade é predominantemente baseada no cultivo da cana-de-açúcar para a produção de álcool. O setor de comércio e serviços também desempenha um papel importante na economia local. Embora a pecuária tenha sido um setor significativo, fazendo com que Araçatuba fosse conhecida como a Capital do Boi Gordo, o setor sucroalcooleiro tem ganhado cada vez mais destaque.

4.2. Projeto “Educação Ambiental no desenvolvimento da Ciência Cidadã e o engajamento social”

Buscando desenvolver uma Educação Ambiental que considere a interdependência da vida, ressignifique os ciclos naturais e reavalie o papel dos humanos no contexto mais amplo da vida planetária, iniciamos o projeto “Educação Ambiental no desenvolvimento da Ciência

Cidadã e do engajamento social”. Este projeto contou com o apoio do edital MCTIC/CNPq nº 05/2019 – Programa Ciência na Escola, e foi realizado em uma escola estadual no município de Araçatuba-SP. Seu objetivo geral era “promover a formação científica de alunos e professores por meio de projetos de pesquisa de intervenção interdisciplinar (PPI) relacionados à educação ambiental, incluindo saúde ambiental e sustentabilidade” (Spazziani, 2019, p.5).

A justificativa da escolha da escola se deu por um dos pesquisadores ser professor de Biologia na escola investigada e por tal situar-se na periferia da cidade, o que faz com que os alunos que nela estudam morem nos bairros entorno da escola, coadunando assim com os objetivos da pesquisa. Além do professor citado, fazem parte da equipe de pesquisadores do projeto a professora e pesquisadora Maria de Lourdes Spazziani (UNESP/Botucatu); a pesquisadora Carolina Letícia Zilli Vieira (Harvard) e a pesquisadora e especialista em Soberania e Segurança alimentar Flávia Toquetti (UNESP/Bauru)

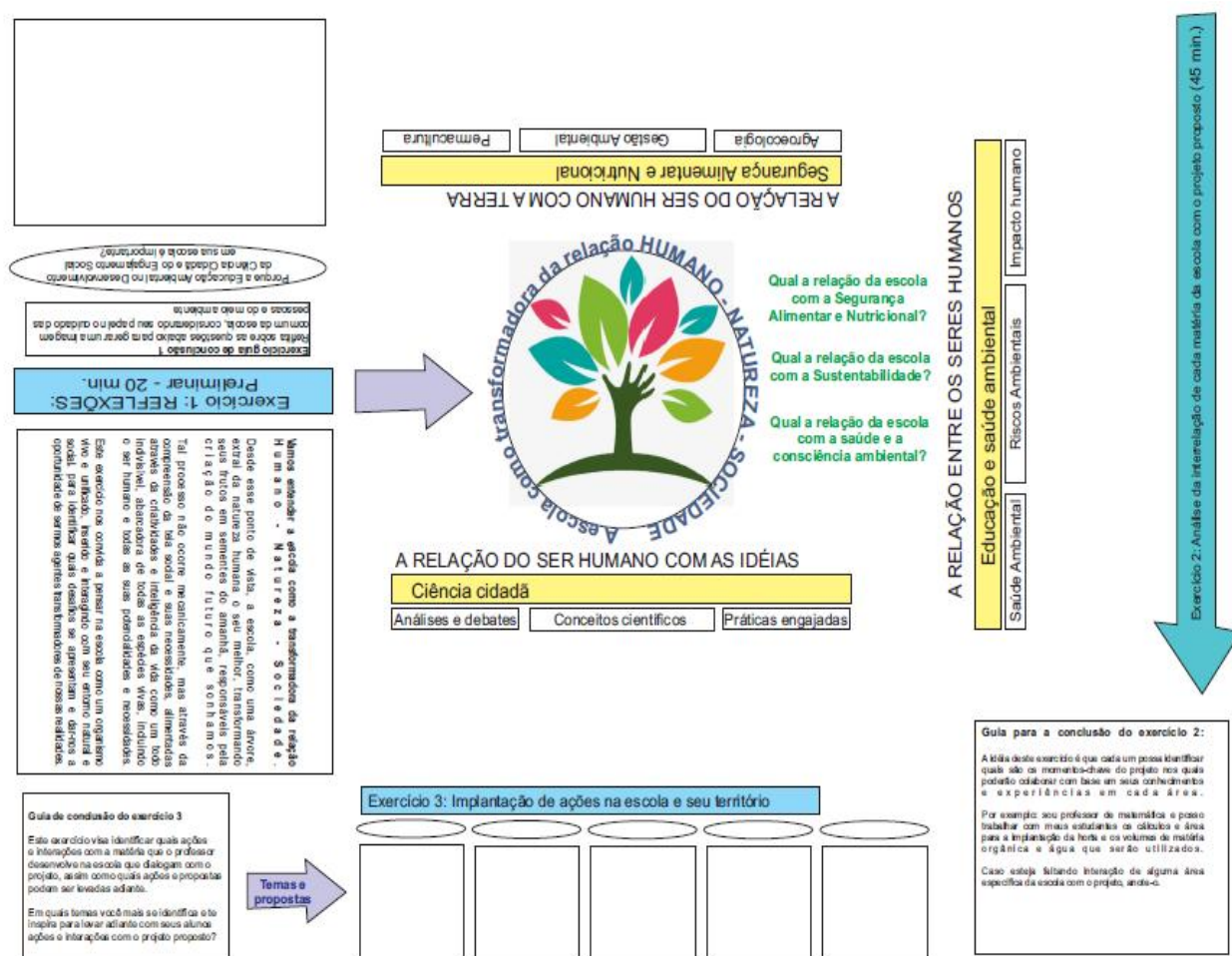
Para a realização da pesquisa, ocorreram contatos com a direção e a coordenação da escola, para explicar o motivo da pesquisa e solicitar a anuência para o desenvolvimento do projeto. A partir do aval dado pela direção e pela coordenação da escola, foi enviado um requerimento formal para a escola com as informações sobre o vínculo do pesquisador e a Universidade e os objetivos da investigação (anexo A), a fim de formalizar o acordo entre a escola, a professora responsável pela orientação do estudo e o pesquisador responsável pela execução do projeto. Após este procedimento, foram elaboradas estratégias para apresentar o projeto aos professores e alunos e ao estudo de ferramentas para iniciar o diálogo coletivo para definir os desdobramentos do projeto na escola. Dessa forma, foram elaboradas oficinas de estudo de viabilidade (sondagem) do projeto, buscando junto aos docentes e discentes as demandas ambientais da escola e do entorno escolar.

As oficinas de sondagem criadas se basearam nos pressupostos metodológicos da pesquisa-ação, buscando o protagonismo dos professores e alunos da unidade escolar investigada. O projeto em questão preconizava que os participantes se envolvessem nas sugestões e intervenções, apresentando assim suas demandas ambientais e de tal maneira formando os temas geradores (Freire, 1985) priorizados no contexto de pesquisa desta natureza. Em geral, um dos fatores de limitação ao engajamento efetivo dos sujeitos nas atividades de Educação Ambiental no contexto escolar, é que em geral, esses projetos são realizados sem levar em conta as reais necessidades e a viabilidade de quem efetivamente vivência e atua no referido contexto educativo. Assim, buscar o que pensam, fazem e desejam – neste caso professores e alunos de uma escola – passa a ser uma etapa fundamental que

pode definir o andamento das atividades de um projeto, bem como a permanência e sustentabilidade no decorrer do tempo.

A primeira oficina de sondagem desenvolvida foi junto aos professores da unidade escolar. Nesta etapa foram coletadas informações sobre as percepções dos professores sobre o papel da Educação Ambiental no fomento da aprendizagem científica; quais temáticas ambientais que os docentes já trabalhavam na unidade escolar nos últimos três anos e quais temáticas que eles gostariam de trabalhar mediante os problemas ambientais do entorno escolar. Os professores registraram essas informações em um grande painel diagnóstico que foi entregue para cada grupo formado.

Figura 3: Painel Diagnóstico utilizado na oficina com os professores



Fonte: O autor (2020)

O painel mencionado é inspirado em procedimento diagnóstico da Banca Ética Latinoamérica. Este coletivo nasceu há aproximadamente oito anos, através de um pequeno grupo de pessoas ligados aos estudos da Antroposofia, no Chile. Essas pessoas começaram a

pensar como mudar a economia através de uma banca Latinoamérica que tem como foco o investimento em impacto positivo nas áreas de educação, cultura, meio ambiente e desenvolvimento social. Para a identificação dos projetos a serem financiados, utiliza-se a metodologia por eles desenvolvida, chamada EPF (Estudio de Prefactilidade, ou estudo de Pré-viabilidade) para identificar no meio em que irá trabalhar o direcionamento de suas atividades com base na necessidade de desejo dos envolvidos.

O objetivo da metodologia aplicada na oficina com os docentes foi identificar os principais elementos da atuação e percepção docente, a fim de subsidiar a definição da melhor estratégia para o desenvolvimento do projeto. Para isso, foram realizados diálogos com os professores, por meio de processos de discussão sobre o próprio projeto. O estudo buscou levantar diagnósticos e desafios, além de realizar análises circunstanciais relativas aos objetivos e às áreas temáticas envolvidas, organizadas segundo os três eixos estruturantes da Educação Ambiental Sintrópica: i) Educação Ambiental; ii) Ciência Cidadã; e iii) Segurança Alimentar e Nutricional. Esse mapeamento permitiu dimensionar as ações em curso no território da escola, identificar as equipes docentes mais engajadas e explorar as oportunidades existentes naquele momento, com o objetivo de fortalecer a capacidade institucional e fomentar o protagonismo de atores escolares comprometidos com a sustentabilidade da escola e de seu entorno.

A dinâmica de preenchimento do painel supracitado foi estruturada em três etapas: i) reflexão dos professores; ii) análise das inter-relações com os eixos estruturantes do projeto; e iii) proposição de ações pelos docentes para sanar ou mitigar os efeitos dos problemas ambientais enfrentados pela comunidade escolar. Essas etapas foram elaboradas para estimular a troca de informações entre os grupos participantes. Este estudo de Pré-viabilidade (sondagem) investigou o território escolar com o intuito de validar os desafios estruturais, identificar soluções já em curso, mapear os atores envolvidos e compreender os valores e propostas da escola e de sua comunidade. Esse processo se deu por meio da troca de informações e conhecimentos durante a aplicação da metodologia, sendo todos os dados sistematizados no painel supracitado, organizados conforme as três áreas abordadas pelo projeto.

Esperava-se que as informações apresentadas no painel contribuíssem para a conclusão do diagnóstico e a coleta de propostas a serem desenvolvidas nesta primeira etapa do projeto. O objetivo era validar os desafios estruturais identificados na escola, mapear os atores relevantes envolvidos nos três eixos do projeto e identificar instituições de ensino superior,

organizações não governamentais (ONGs), secretarias municipais e outras entidades aptas a colaborar com as iniciativas propostas.

O encontro com os professores para realizar a referida oficina ocorreu no dia 26 de fevereiro de 2020, às 13 horas, durante a primeira reunião de planejamento do ano, onde todos os professores da unidade escolar foram convocados e estavam presentes. Inicialmente, os pesquisadores do projeto apresentaram os temas que envolviam o projeto em questão. Cada pesquisador fez uma rápida intervenção sobre os eixos que compunham a proposta: Ciência Cidadã, Segurança alimentar e nutricional e Saúde Ambiental. Logo após a intervenção dos pesquisadores, a oficina de sondagem iniciou-se.

Figura 4: Oficina de Sondagem com os docentes



Fonte: O autor (2020)

No total, 26 pessoas participaram da sondagem, entre eles o diretor e a coordenadora pedagógica. Estiveram presentes professores de todas as áreas curriculares (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza e Ciências Humanas), com diferentes tipos de formação, idade e tempo de docência.

Já a segunda oficina de sondagem realizada foi junto aos discentes e foi dividida em duas partes. Na primeira parte, 32 alunos dos nonos anos e do ensino médio reuniram-se no pátio da escola para participar da atividade mencionada junto aos pesquisadores. O encontro

com os alunos para ocorrer no dia 28 de fevereiro de 2020, às 13 horas, durante o segundo dia letivo do ano. A oficina foi desenvolvida no pátio da escola e contou com a participação de alunos do nono ano e do ensino médio.

Em um primeiro momento, os pesquisadores do projeto se apresentaram os alunos e falaram sobre suas respectivas áreas de atuação. Em seguida, foi a vez dos alunos se apresentarem, informando seu nome, idade e quanto tempo estava na unidade escolar.

Após as devidas apresentações, os pesquisadores aplicaram a técnica de *Brainstorm* (tempestade de ideias) para captar as percepções dos alunos sobre conceitos relacionados ao projeto. Na técnica citada, o professor introduz um tema ou conceito à turma, incentivando cada aluno a contribuir com suas ideias, sem se preocupar com a correção das mesmas (MARTINS, 2018). Para essa atividade, o brainstorm foi preparado da seguinte maneira: palavras-chave do projeto, como Sustentabilidade, Ciência Cidadã e Segurança Alimentar, foram impressas e colocadas dentro de bexigas, que foram enchidas de ar e amarradas. Em seguida, cada aluno recebeu uma bexiga e, ao comando dos pesquisadores, todos jogaram as bexigas para o alto e recolheram uma aleatoriamente. Nesse momento, os alunos leram o conceito dentro da bexiga e compartilharam o que aquele termo significava para eles.

Figura 5: Alunas participando da oficina



Fonte: O autor (2020)

Após os alunos socializarem suas percepções sobre os conceitos encontrados, os pesquisadores retomaram a palavra e explicaram os conceitos que são os pilares do projeto, ou seja, falaram sobre Saúde Ambiental, Ciência Cidadã e Segurança alimentar.

Após essa explanação, os pesquisadores apresentaram um grande painel feito de papel *kraft*, dividido nos três eixos supracitados que norteiam o projeto e pediram para que os alunos encaixassem o conceito que estavam em mãos e listassem em um dos eixos apresentados, objetivando verificar a percepção dos alunos dentro dos temas escolhidos.

Ao término da primeira parte da oficina, realizou-se uma discussão sobre o painel apresentado, com o objetivo de identificar as relações estabelecidas pelos alunos entre os conceitos científicos abordados e as três grandes áreas do projeto. Essa discussão também buscou sensibilizar os alunos para as questões científicas e ambientais, preparando-os para a continuidade da sondagem na segunda parte da oficina, programada para a semana seguinte.

Na semana seguinte, no dia 02 de março, foi realizada a segunda parte da oficina. Dezoito alunos que participaram da oficina no dia anterior, foram reunidos e divididos em grupos e convidados a refletir sobre os problemas ambientais que o entorno escolar enfrentava. A discussão foi realizada em sala de aula durante a aula de Biologia do segundo ano, mas estavam presentes alunos do nono ao terceiro ano. Isso foi possível mediante o pedido de um dos pesquisadores, que pediu aos professores a liberação dos alunos que tinham participado da primeira parte da oficina na semana anterior. Essa discussão foi gravada na íntegra em vídeo e transcrita posteriormente.

Após as oficinas de sondagem, com as informações relevantes sobre as atividades sobre a temática ambiental desenvolvida na escola e as demandas dessa área mediante os problemas ambientais enfrentados pelos agentes escolares no entorno da escola, foram formulados dois projetos interdisciplinares de pesquisa. A formulação desses projetos se deu entre os pesquisadores do projeto juntamente com as instituições parceiras: Associação Agroflorestral Morada São Francisco e a UNESP de Araçatuba.

As ideias dos projetos em formulação foram apresentadas pelo pesquisador responsável aos professores e alunos durante uma reunião coletiva dos professores (ATPCG – Aula de Trabalho Pedagógico Coletivo Geral). O objetivo era permitir que esses agentes validassem ou não as propostas de pesquisas interdisciplinares, suas etapas de desenvolvimento, ou mesmo sugerissem novas abordagens. As sugestões foram consideradas relevantes pelos docentes e discentes, que concordaram em contribuir com o desenvolvimento do trabalho.

Os projetos formulados foram executados durante o ano de 2022 e o primeiro semestre de 2023 dentro da parte diversificada do Currículo da 2ª Série do Ensino Médio; correspondente a parte do itinerário formativo “Meu Papel no Desenvolvimento Sustentável – Componente (disciplina) Zoonoses Tropicais” e da disciplina eletiva “Educação Ambiental e Sociedade”. As duas disciplinas em questão contavam com duas aulas semanais cada, com duração de 45 minutos cada aula.

Destaca-se que a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) organiza o currículo escolar em uma base comum e uma parte diversificada, sendo esta última destinada à personalização da formação dos estudantes. Com o Novo Ensino Médio, a parte diversificada ganhou destaque com os itinerários formativos, que permite aos alunos aprofundarem seus conhecimentos em áreas específicas (Linguagens, Matemática, Ciências da Natureza, Ciências Humanas e Formação Técnica e Profissional), objetivando promover o maior protagonismo e conexão com seus interesses pessoais e profissionais (Brasil, 2021).

Já as disciplinas eletivas, criadas pelas escolas para abordar temas interdisciplinares e contemporâneos, visa promover um ensino contextualizado e crítico, permitindo que os conteúdos a serem trabalhados estejam de acordo com o projeto de vida dos alunos e com a realidade da comunidade escolar (Brasil, 2021). Na rede pública do Estado de São Paulo, essas disciplinas são organizadas semestralmente e são organizadas semestralmente e desenvolvidas por, no mínimo, dois professores de áreas diferentes (São Paulo, 2019).

4.3. Disciplina Eletiva Educação Ambiental e Sociedade – 2º Semestre de 2023

A disciplina eletiva na escola de período integral funciona como uma oportunidade para os alunos explorarem interesses pessoais e desenvolverem habilidades específicas que complementam o currículo regular. Essas disciplinas são escolhidas pelos próprios estudantes, o que permite maior engajamento e motivação, já que podem se dedicar a áreas de interesse como artes, tecnologia, esportes ou línguas estrangeiras. Além disso, as eletivas contribuem para uma formação mais ampla, preparando os alunos para os desafios futuros e para uma vida profissional mais completa e satisfatória (Seduc, 2022)

A disciplina eletiva foi formulada com base nas experiências adquiridas durante os projetos de intervenção de pesquisas interdisciplinares realizados nos anos anteriores, no itinerário formativo mencionado, bem como na própria disciplina eletiva oferecida em 2022. O objetivo da disciplina desenvolvida no segundo semestre de 2023 foi aproveitar as reflexões e os protocolos criados anteriormente, visando promover uma abordagem integrada entre a

Educação Ambiental Sintrópica e a Ciência Cidadã. A turma foi composta por 34 alunos dos 8º e 9º anos, que optaram por participar dessa eletiva.

Neste trabalho, o pesquisador também atuou como professor, sendo responsável por conduzir todas as aulas da sequência didática da disciplina. O professor iniciou, desenvolveu e finalizou as aulas. Contudo, havia um professor parceiro, também responsável pela disciplina, cuja formação era em Língua Portuguesa. Ficou acordado que ele poderia, além de observar e contribuir no desenvolvimento das propostas da eletiva, participar das discussões sempre que fosse pertinente.

As aulas ocorreram ao longo de um semestre, com duas aulas consecutivas de 50 minutos cada, por semana, no período matutino, às sextas-feiras. As aulas foram organizadas em torno das temáticas ambientais meio ambiente e segurança alimentar, utilizando uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica mediada pela abordagem da Ciência Cidadã.

As aulas começaram no dia 18 de agosto de 2023 e terminaram no dia 01 de dezembro de 2023. As entrevistas com os alunos foram realizadas no dia 27 de novembro de 2023. Já a entrevista com o professor de Língua Portuguesa, parceiro da eletiva ocorreu no dia 05 de dezembro.

4.4. Procedimento de coleta de dados

Dados qualitativos demandam uma análise detalhada e completa das situações e experiências das pessoas, seja de forma individual ou coletiva. É crucial selecionar um ambiente que seja relevante para a investigação em questão. Além disso, é importante observar como os dados serão constituídos. É nesse contexto que entram os nossos instrumentos de pesquisa, que podem ser variados e apresentam diversas vantagens e desvantagens. Esses instrumentos foram utilizados para identificar as necessidades ambientais da comunidade escolar e para interpretar o processo educativo desenvolvido na disciplina eletiva. Os instrumentos empregados para a coleta dos dados nesta pesquisa foram:

- a) Oficinas diagnósticas que foram aplicadas a professores e alunos e que objetivavam identificar as questões socioambientais da comunidade escolar frente ao conhecimento científico
- b) Registros em vídeo das aulas ministradas e suas transcrições. A Sequência didática da disciplina eletiva analisada foi composta por 24 aulas. Foram realizadas duas aulas por semana, totalizando 12 semanas. Optamos por chamar de episódio de ensino cada encontro semanal, totalizando assim 12 Episódios de Ensino ao longo da disciplina.

- c) Entrevistas, gravadas em vídeo, com alunos que participaram ao menos de 80% das aulas da disciplina eletiva.
- d) Entrevista semiestruturada com o professor parceiro da eletiva ao final da disciplina

4.5. Análise dos dados

Após concluir todo o processo descrito anteriormente, utilizamos a Análise de Conteúdo de Bardin (2016) para examinar os dados provenientes das oficinas diagnósticas com professores e alunos. Para a análise das observações em sala de aula, optamos primeiramente pela análise qualitativa, seguindo as diretrizes de Lüdke e André (1986), seguida da análise de conteúdo, pois acreditamos na significativa contribuição que a combinação desses métodos pode oferecer para a organização e interpretação dos dados.

A primeira metodologia citada no parágrafo acima, a análise de conteúdo, pode ser definida como sendo:

um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens e indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 2016).

No campo da Análise de Conteúdo, foi escolhida a Análise Temática, que, conforme Bardin (2016, p. 135), “consiste em descobrir os núcleos de sentido que compõem a comunicação e cuja presença ou frequência pode ter algum significado para o objetivo analítico escolhido”.

Ao abordar a historicidade do método discutido até aqui, encontramos no trabalho de Bardin (2016) referências aos precedentes históricos da técnica. Segundo Bardin, foi Harold Laswell o primeiro a trabalhar efetivamente com a análise de conteúdo, estudando a propaganda durante a Primeira Guerra Mundial. Naquela época, a linguística e a análise de conteúdo operavam de forma independente, apesar de compartilharem o mesmo objeto de estudo: a linguagem. Durante as décadas de 1940 e 1950, o método de análise de conteúdo despertou grande interesse do governo americano devido ao desenvolvimento de estudos no campo da investigação política, no contexto da Segunda Guerra Mundial. Foi nesse cenário que se deu o maior desenvolvimento dos estudos relacionados à análise de conteúdo, com contribuições de nomes como Berelson e Lazarsfeld.

De acordo com Bardin (2016), a análise de conteúdo é estruturada em três fases cronológicas:

1. Pré-análise;
2. Exploração do material;
3. Tratamento dos resultados, inferência e interpretação.

A pré-análise corresponde à fase de operacionalizar e sistematizar as ideias iniciais. Essa fase é caracterizada por cinco etapas: a leitura flutuante (1ª Etapa), na qual ocorre o primeiro contato entre os documentos a serem analisados e o pesquisador, buscando a compreensão do material; a escolha do documento (2ª Etapa), que consiste na seleção do universo de documentos relevantes para a pesquisa; a formulação das hipóteses e objetivos (3ª Etapa), visando confirmar ou refutar a hipótese proposta, estabelecendo um quadro teórico que fornecerá os dados necessários para solucionar a questão; a referenciação dos índices e elaboração de indicadores (4ª Etapa), que busca a construção de indicadores para o estabelecimento das categorias de análise; e a preparação do material (5ª Etapa), que facilita o processo de análise.

A segunda fase do método, relacionada à exploração do material, é um ponto crucial para a análise de conteúdo. Esta fase abrange a construção de categorias (rubricas ou classes que agrupam um conjunto de elementos), a identificação das unidades de registro (a unidade básica do conteúdo) e das unidades de contexto (unidades para a compreensão das unidades de registro), bem como a elaboração da enumeração (ligada à quantificação de termos). Esta fase é fundamental para permitir as interpretações e inferências subsequentes.

No presente trabalho, as categorias definidas nas oficinas com professores e alunos refletem a temática ambiental associada aos problemas identificados durante as atividades. Já na análise da disciplina eletiva, as categorias elaboradas estão fundamentadas nas ideias de Vigotski sobre o processo de aprendizagem, com ênfase na formação de conceitos.

Para analisar os dados provenientes das observações em sala de aula da disciplina eletiva, optamos por uma abordagem qualitativa em um primeiro momento, conforme as orientações de GIL (2008). Essa análise foi fundamentada em uma revisão aprofundada da literatura sobre o tema, além de integrar comentários, observações e sugestões coletados durante as observações em sala de aula, seguidos pela análise de conteúdo.

De acordo com o autor citado, a análise qualitativa possui as seguintes características: é baseada em dados descritivos obtidos pelo pesquisador por meio de contato direto com a situação investigada; prioriza o processo de investigação em relação ao produto da pesquisa; e

busca relatar a perspectiva dos participantes, retratando a realidade vivenciada de forma contextualizada.

Após concluir o processo de análise, estabelecemos conexões entre os dados obtidos nas oficinas com os professores, nas observações em sala de aula e nas entrevistas com alunos e docentes. Isso foi feito para compreender os elementos centrais que orientam esta pesquisa.

Para finalizar essa seção *metodologia* segue uma linha do tempo do atual trabalho para contextualizar as principais etapas do projeto, destacando os momentos mais significativos de planejamento, execução e análise dos resultados.

Figura 6: Linha do tempo do trabalho



Fonte: O autor (2025)

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A primeira parte da pesquisa referente à investigação sobre os problemas ambientais enfrentados pela escola foi realizada de maneira colaborativa, envolvendo diretamente professores e alunos em oficinas de sondagem. Esse método participativo permitiu uma coleta de dados rica e diversificada, refletindo as percepções e experiências dos participantes no contexto escolar.

Na segunda etapa desta pesquisa, foram analisados episódios de ensino que exploraram uma proposta de Educação Ambiental Sintrópica mediada pela Ciência Cidadã. A análise focou em entender, à luz da teoria de Vigotski, como essa abordagem pode contribuir para o processo de aprendizagem dos alunos e a formação de uma consciência ambiental crítica. Através da mediação da Ciência Cidadã, investigou-se a efetividade da interação social e do desenvolvimento de conceitos científicos no contexto de uma formação socioambiental, buscando evidenciar como essas práticas pedagógicas podem potencializar o engajamento dos alunos em questões ambientais e sua capacidade de agir de forma consciente e transformadora em suas comunidades.

5.1. As questões socioambientais da comunidade escolar frente ao conhecimento científico

Nesta seção, apresentamos os resultados do levantamento realizado com professores e alunos sobre os principais problemas ambientais enfrentados pela comunidade escolar em seu cotidiano.

5.1.1. Oficina de Sondagem – Professores

Os dados obtidos na oficina se categorizam em três dimensões: a) o papel da Educação Ambiental no desenvolvimento científico ; b) a presença das temáticas: ciência-cidadã, segurança alimentar e nutricional e saúde ambiental no contexto da escola; c) perspectiva de atuação nas temáticas do projeto a partir das atividades previstas no projeto pedagógico da escola.

5.1.1.1. O papel da Educação Ambiental no desenvolvimento científico

O objetivo dessa dimensão foi verificar a percepção dos professores sobre a importância da Educação Ambiental para aprendizagem de conceitos científicos. Essa análise era fundamental para a elaboração de projetos de pesquisa de intervenção interdisciplinar,

pois permitia aos pesquisadores identificarem subsídios, potencialidades e desafios para a implementação dos projetos desenvolvidos após as oficinas.

Em relação ao papel da Educação Ambiental no desenvolvimento científico e compromisso social na escola, os professores-participantes, conforme Quadro 4, destacam a importância dessa dimensão da educação para apropriação de conhecimentos sobre o campo socioambiental, para a contribuição nos modos de formação do pensamento sobre a consciência no campo ambiental, e também para transformação das práticas e atitudes relacionadas à melhoria dos espaços físicos naturais e culturais, das relações sociais e socioemocionais.

Quadro 4: Respostas dos professores sobre o papel da Educação Ambiental no desenvolvimento científico e compromisso social na escola.

Papel da Educação Ambiental no desenvolvimento científico
• Estimular o interesse dos alunos para o ensino das ciências ambientais; • Promover o autoconhecimento da cidadania, como parte integrante do ambiente; • Nesse viés a escola é a intermediadora do processo do desenvolvimento socioemocional e ambiental. • Propiciará acesso dos alunos a novas ideias sobre sustentabilidade; • Possibilitará mudança de mentalidade acerca da Educação Ambiental na prática; • Incentivará os alunos na busca de alimentação saudável; • Conscientização da importância da sustentabilidade e dos alunos como agentes multiplicadores dessa visão; • Responsabilidade do reflorestamento (que causa multas – prejuízo financeiro); • Reaproveitamento de recursos e espaço físico (exemplo: água da chuva para lavar banheiros, pátio etc.)

Fonte: O autor (2020)

A educação ambiental (EA) desempenha um papel central no ensino de Ciências ao proporcionar uma conexão entre os conteúdos científicos e as questões ambientais contemporâneas, tornando o aprendizado mais significativo. Sauv  (2005) destaca que a EA vai além da simples transmissão de informações, promovendo a construção de valores, atitudes e práticas que estimulam o engajamento dos estudantes. Por meio de atividades práticas, como projetos interdisciplinares de pesquisa, a EA pode facilitar a aprendizagem ativa e contextualizada, ampliando a compreensão dos estudantes sobre a complexidade dos sistemas ambientais (Carvalho & Diniz, 2018).

Além disso, a perspectiva crítica da EA, fundamentada em Paulo Freire, incentiva a análise reflexiva das causas estruturais dos problemas ambientais, promovendo uma postura  tica e cidadã frente aos desafios socioambientais (Loureiro, 2019). Dessa forma, a EA não apenas potencializa a aquisição de conceitos científicos, mas também contribui para a

formação de cidadãos conscientes, preparados para atuar em prol de uma sociedade mais sustentável.

Conclui-se que a percepção dos professores está em consonância com os teóricos mencionados, ao reconhecerem que a Educação Ambiental pode contribuir tanto para o ensino de Ciências quanto para mudanças de postura diante dos desafios ambientais cotidianos. Assim, os pesquisadores do projeto sentiram-se motivados a propor iniciativas de EA mais robustas, integrando maior interdisciplinaridade e garantindo tempo adequado para seu desenvolvimento, dado a relevância atribuída pelos docentes a essa abordagem educativa.

Durante o andamento desta primeira parte da oficina foi possível constatar o envolvimento da maioria dos professores nos intensos diálogos que se estabeleceram entre os participantes do grupo em busca de uma resposta que pudesse deixar claro o pensamento coletivo do grupo. Isso está sintonizado com os pressupostos da pesquisa-ação, onde o processo de pesquisa deve tornar-se um processo de colaboração e aprendizagem para todos os participantes (Thiollent, 2011).

5.1.1.2. Atividades já desenvolvidas pelos docentes na escola

Na segunda atividade realizada no painel, os professores discutiram “sobre as atividades que eles já desenvolvem na escola dentro da temática ambiental e que podem colaborar com o atual projeto”. Divididos em três grupos, os professores registraram suas atividades desenvolvidas na escola ao longo dos últimos anos. Foi notória a presença das atividades desenvolvidas pelos docentes dentro das temáticas Ciência Cidadã, Segurança Alimentar e Nutricional; e Educação e Saúde Ambiental. Para evidenciar as atividades listadas pelos docentes, foi confeccionado o quadro 5 abaixo, distribuindo as ações desenvolvidas pelos professores nos eixos temáticos do projeto, obedecendo as palavras chaves da temática.

Quadro 5: Atividades desenvolvidas na escola distribuída pelos eixos temáticos e pelas palavras chaves de cada tema.

ANÁLISE DA INTER-RELAÇÃO ESCOLA/PROJETO		
A relação do ser humano com as ideias – Ciência Cidadã		
Análises e debates	Conceitos Científicos	Práticas engajadas
• Escolha dos temas dos artigos científicos durante as aulas • Iniciação científica júnior • Horta • Arrecadação de recicláveis		
A relação do ser humano com a Terra – Segurança Alimentar e Nutricional		
Agroecologia	Gestão Ambiental	Permacultura
• Feira de conhecimento (ervas medicinais e alimentícias) • Eletivas: notícias atuais sobre a crise no sistema ambiental • Textos científicos com termos técnicos • Conteúdo ciências 8º ano (alimentação) • Horta escolar • Gincanas solidárias envolvendo meio ambiente/saúde • Textos literários		
A relação entre os seres humanos – Educação e saúde ambiental		
Saúde Ambiental	Riscos Ambientais	Impacto Humano
• Balança construída com material reciclável (garrafas pet) • Descarte consciente do lixo, óleo, entulhos etc. • Limpeza de terrenos • Descarte correto de pilhas e baterias • Reutilização do óleo de cozinha para fabricação de sabão • Conscientização do aluno como agente transformador do meio ambiente • Poluição mental – pessoas negativas		

Fonte: O autor (2020)

Sobre atividades desenvolvidas no âmbito da Ciência Cidadã, os docentes indicaram que já realizam a discussão e análises de temas e artigos científicos no decorrer de aulas, participam de eventos voltados para iniciação científica júnior, assim como já desenvolvem práticas engajadas na construção de hortas e arrecadação de recicláveis.

Em relação à Segurança Alimentar e nutricional, os professores apontam atividades relacionadas à feira de conhecimentos relacionados a ervas medicinais e alimentícias, oferecimento de disciplinas eletivas sobre a crise do sistema ambiental, conteúdos sobre alimentação na disciplina de ciências, desenvolvimento de horta escolar, gincanas solidárias e elaboração de textos literários sobre a nutrição.

Já em relação a Educação em Saúde Ambiental, os docentes citaram experiências e atividades relacionadas envolvendo construção de balança de material reciclável (garrafas pet); descarte e reutilização consciente do lixo, óleo, entulhos, pilhas etc. e limpeza de terrenos.

Inúmeras atividades elencadas pelos professores no painel demonstra a disponibilidade de conhecimentos que o magistério local possui; fato que levou a crer que caso os professores se sentissem sensibilizados pela oficina, se engajariam no atual projeto.

Este grande número de ações ocorridas na escola investigada está em sintonia com o crescente aumento de projetos de Educação Ambiental que ocorreu na última década nas escolas públicas brasileiras (Sobrinho; Zanon, 2016). Este fato reflete uma crescente conscientização dos sistemas educacionais sobre a necessidade de formar cidadãos mais conscientes e comprometidos com a sustentabilidade. Essas iniciativas têm ganhado espaço nos currículos escolares, promovendo atividades que integram que buscam relacionar teoria e prática, como oficinas, hortas escolares, reciclagem e debates sobre problemas ambientais (Asano, De Souza Poletto, 2017).

Apesar do aumento das ações pedagógicas voltadas para a temática ambiental, diversos estudos no campo ambiental (Santinello; Royer; Zanatta, 2016; Cunha, 2017; Tozoni-Reis; Campos, 2017; Cunha; Junior, 2018) apontam contradições nas práticas de Educação Ambiental. Em grande parte das escolas, as atividades selecionadas estão embasadas em uma abordagem de “pedagogia tradicional” ou comportamental (Guimarães, 2004a), caracterizando-se por ações pontuais, como a comemoração de datas ecológicas e a realização de palestras. Essas iniciativas costumam ser fragmentadas, conteudistas e apresentam um baixo nível de engajamento comunitário. Dessa forma, converter a teoria e os discursos ambientais em práticas pedagógicas crítico-reflexivas continua sendo um grande desafio para os professores.

Um outro fato bem interessante observado nessa segunda oficina foi verificar que os dados sistematizados no painel serviram para que os professores trocassem ideias sobre as ações que estes docentes já desenvolvem na escola, mas devido à inúmeras variáveis (falta de tempo na carga horária, aula de trabalho pedagógico coletivo (ATPC) que não fomenta a troca de experiência docente, falta de incentivo por parte da gestão para promover um trabalho articulado), estes conhecimentos não são socializados entre os pares, o que dificulta um trabalho sistêmico em prol das atividades voltadas para o campo ambiental, trazendo prejuízos ao ensino da temática como o comprometimento da compreensão da realidade e o imobilismo (Ceccon *et al.*, 2011). Para ser compreendido de forma efetiva pelos discentes, o ensino neste campo precisa ter a integração das disciplinas científicas, técnicas e humanistas (Colom, 1998). Dessa forma, essa segunda parte da oficina se mostrou importante para a socialização das atividades docentes, mostrando a necessidade de espaços como este para o aperfeiçoamento da prática docente na superação de um ensino fragmentado.

5.1.1.3. Perspectivas dos educadores para o desenvolvimento da Educação Ambiental na escola frente às demandas ambientais

A terceira e última parte da oficina ficou destinada as propostas que os docentes gostariam de trabalhar frente às demandas ambientais da escola e seu entorno. Os professores preencheram o painel com as temáticas e as atividades que gostariam de desenvolver. Demandas como a agroecologia, prevenção a leishmaniose e a implementação de coleta seletiva foram listadas pelos professores, conforme mostra o quadro a seguir.

Quadro 6: Atividades propostas pelos docentes frente as demandas ambientais da escola

Implantação de ações na escola e seu território
Disciplina Eletiva Escrevendo ciência Natureza e Sociedade
Projeto de Vida Articular as relações sócio emocionais na compreensão do meio ambiente com os múltiplos projetos de vida
Português Leitura de artigos sobre o ambiente
Arte e Tecnologias sociais Trabalhar com materiais recicláveis Coleta de material reciclável Reutilização de materiais Construção de um minhocário
História Histórico das atividades econômicas – antes e hoje (o trabalho com a terra)
Ecologia Recolhimento de pilhas, baterias, cartelas de medicamentos Coleta de água de chuva Adubo orgânico Prevenção da Leishmaniose
Alimentação Produtos orgânicos Alimentação saudável Confeção de horta
Mostra cultural, científica e artística Exposição de trabalhos Oficinas temáticas Notícias atuais sobre a crise no sistema ambiental Exposição de fotos tiradas pelos alunos (árvores exóticas da região) Grafite em muros conscientizando sobre o meio ambiente Criação de um rap sobre meio ambiente
Matemática/Física Reutilização de água de chuva Estatísticas e Hábitos da comunidade
Geografia Climatologia – sementes, espaço físico da horta, tipo de vegetação

Fonte: O autor (2020)

Nesta parte da oficina, referente ao terceiro exercício proposto pelos pesquisadores, foi possível constatar que essas ideias surgiram da intensa troca de informações entre os professores que se manteve com grande vigor até o término do tempo concedido para finalizar o exercício proposto.

As proposituras reveladas pelos docentes no exercício proposto demonstraram-se alinhadas com os objetivos do projeto, pois ambos partem do pressuposto que a escola pode ser uma instituição promotora do desenvolvimento de conhecimentos, valores e atitudes favoráveis ao meio ambiente, permitindo que o aluno e o professor reflitam criticamente sobre suas ações, contribuindo assim para a formação de cidadãos que prezem pela qualidade de vida de forma sustentável.

Durante esta etapa de intervenção colaborativa notamos que os docentes se motivaram para a realização da atividade. Como já citamos nos parágrafos anteriores, houve um intenso diálogo entre os docentes em seus grupos no momento da atividade, o que demonstra a motivação dos participantes. Acreditamos que a origem dessa motivação se deve ao fato que durante o processo de andamento das atividades, os professores foram se sentindo valorizados e contemplados pela oficina. Além disso, a interface utilizada no painel para a resolução deste terceiro exercício facilitou aos professores a explicitarem suas ideias de forma clara, contribuindo para que a maioria dos professores presente nas atividades pudessem participar e colaborar com as suas propostas. Dessa forma, podemos dizer que o formato da oficina proporcionou um processo dinâmico e participativo, onde o professor se sentiu parte integrante do processo da construção do projeto.

O resultado das propostas que os docentes gostariam de trabalhar frente às demandas ambientais da escola e seu entorno, trabalhadas na oficina junto aos professores, foram categorizadas e descritas no quadro 7 abaixo.

Quadro 7: Proposta de atividades levantadas pelos docentes frente a demanda ambiental da escola

Categoria	Temas	Quantidade de Menções
Educação e Conscientização Ambiental	- Leitura de artigos sobre o meio ambiente - Notícias atuais sobre a crise ambiental - Exposição de fotos tiradas pelos alunos (árvores exóticas da região) - Grafite em muros conscientizando sobre o meio ambiente - Criação de um rap sobre o meio ambiente	5
Gestão de Resíduos e Reciclagem	- Trabalhar com materiais recicláveis - Coleta de material reciclável - Reutilização de materiais - Construção de minhocário (composteira) - Recolhimento de pilhas, baterias, cartela de medicamentos	5
Sustentabilidade e Agricultura	- Coleta de água da chuva - Adubo orgânico - Produtos orgânicos - Alimentação saudável - Confeção de horta - Reutilização de água da chuva - Climatologia – sementes, espaço físico da horta, tipo de vegetação.	7
História e Contexto Ambiental	- Histórico das atividades econômicas – antes e hoje (o trabalho com a terra)	1
Projetos e Atividades Culturais	- Mostra cultural, científica e artística - Exposição de trabalhos	2
Aspectos Socioemocionais e Comunitários	- Articular as relações socioemocionais na compreensão do meio ambiente com os múltiplos projetos de vida - Estatísticas e hábitos de comunidade - Prevenção da Leishmaniose	3

Fonte: O autor (2024)

A categoria “Sustentabilidade e Agricultura” foi a que mais despertou interesse entre os professores, somando sete menções. Isso revela o desejo dos docentes de trabalhar questões práticas e educativas relacionadas à produção sustentável e ao uso racional dos recursos naturais. A Educação Ambiental Sintrópica, por sua vez, destaca como um de seus eixos a Soberania e Segurança Alimentar e Nutricional (SSAN), reconhecendo que a qualidade de vida humana e de outros seres vivos está diretamente ligada ao modo de produção. No contexto do sistema capitalista, especialmente em sua atual crise, observa-se uma exploração ilimitada da vida, o que compromete gravemente a natureza e ameaça a continuidade da vida humana. Assim, ao ser trabalhada em projetos escolares, a SSAN revela sua importância como eixo central da formação socioambiental, evidenciando a multidimensionalidade e a

transdisciplinaridade das inter-relações envolvidas (Spazziani, Gheler-Costa, Toqueti e Vieira, 2022).

Outras categorias como Educação e Conscientização Ambiental; e Gestão de Resíduos e Reciclagem, também têm uma presença significativa, com 5 menções cada, indicando um interesse substancial em promover a conscientização e a gestão adequada dos resíduos.

Mediante as informações citadas acima, podemos dizer que o foco predominante dos professores estava em trabalhar a temática Sustentabilidade e Agricultura, sugerindo que eles estão particularmente interessados em integrar práticas sustentáveis e educar os alunos sobre a importância da gestão ambiental e da agricultura sustentável. A ênfase nesses temas pode refletir uma preocupação com o alto nível de agrotóxicos utilizado nas monoculturas de cana e soja da cidade (Novaes, 2016), assim com a escassez da produção de alimentos da região (Sanches, 2017)

Vários trabalhos vêm demonstrando a necessidade de levar em consideração os problemas ambientais locais como ponto de partida para a elaboração de ações educativas contextualizadas (Quintas, 2018; Melazo, 2005; Paoli, 2019). Dessa forma, a partir do levantamento desses problemas, é possível promover uma abordagem pedagógica que dialogue com a realidade dos educandos, tornando o aprendizado mais significativo (Marczwski, 2019). Por exemplo, estudos apontam que projetos que conectam questões globais, como a poluição do ar, com problemas locais, como o descarte inadequado de resíduos, têm maior impacto na tomada de uma consciência ambiental mais crítica (Reigota, 2009).

Além disso, a Educação Ambiental deve ir além da mera transmissão de informações. Segundo Loureiro *et al.* (2019), ela precisa ser crítica, problematizadora e participativa, promovendo a construção coletiva de soluções para os desafios ambientais encontrados pela comunidade. Assim, oficinas, debates, e projetos de intervenção que lidam com os problemas ambientais locais, podem ser estratégias eficazes para promover uma educação que sensibilize os indivíduos para uma mudança de postura que favoreça atitudes benéficas ao meio ambiente.

Podemos destacar ainda que o desenvolvimento de ações educativas a partir de problemas ambientais locais contribui para o fortalecimento da cidadania. Quando os alunos e as comunidades são incentivados a refletir sobre suas práticas e a propor soluções, eles desenvolvem um senso de pertencimento e responsabilidade em relação ao meio ambiente (Oliveira; Santos; Turra, 2018). Essa abordagem é corroborada por Vigotski (1984), que

ênfatiza o papel do ambiente sociocultural para promover desenvolvimento das funções superiores e na aprendizagem.

Portanto, a Educação Ambiental fundamentada nos problemas levantados localmente pode desempenhar um papel fundamental na tomada de uma consciência ambiental mais crítica, buscando assim promover uma construção de uma sociedade mais consciente e engajada na sustentabilidade. As ações contextualizadas e críticas não apenas promovem a aprendizagem de conceitos da temática ambiental, mas também capacitam indivíduos a atuarem como agentes transformadores em suas comunidades, contribuindo para a mitigação dos impactos ambientais e a promoção de práticas sustentáveis.

5.1.2. Oficina de Sondagem – Alunos

O encontro com os alunos para realizar a referida oficina de sondagem do projeto ocorreu no dia 28 de fevereiro de 2020, às 13 horas, durante o segundo dia letivo do ano. A oficina foi desenvolvida no pátio da escola e contou com a participação de alunos do nono ano A e B e do ensino médio. Ao todo, 32 alunos participaram da oficina.

Em um primeiro momento, os pesquisadores do projeto se apresentaram os alunos e falaram sobre suas respectivas áreas de atuação. Em seguida, foi a vez dos alunos se apresentarem, informando seu nome, idade e quanto tempo estava na unidade escolar.

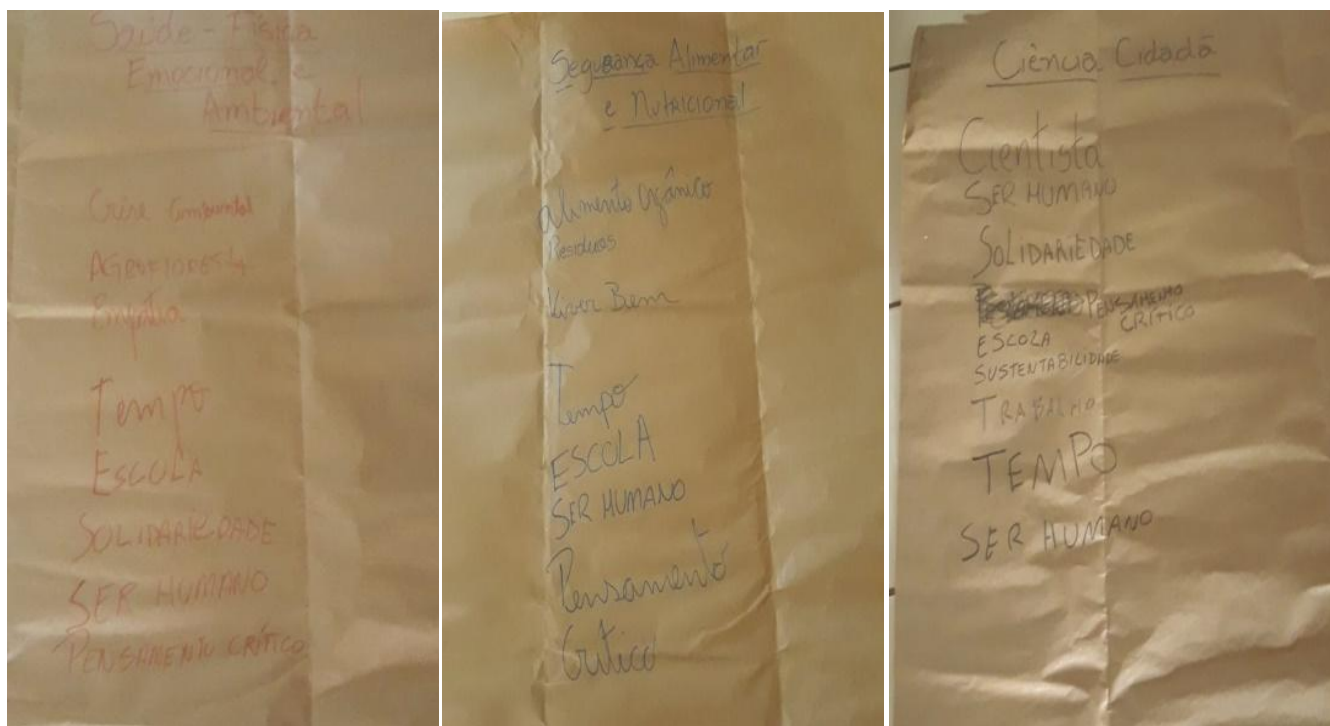
Após as devidas apresentações, os pesquisadores aplicaram a técnica de Brainstorm (tempestade de ideias) para captar as percepções dos alunos sobre conceitos relacionados ao projeto. Na técnica citada, o professor introduz um tema ou conceito à turma, incentivando cada aluno a contribuir com suas ideias, sem se preocupar com a correção das mesmas (Martins, 2018). Para essa atividade, o brainstorm foi preparado da seguinte maneira: palavras-chave do projeto, como *empatia*, *cientista* e *alimentação orgânica*, foram impressas e colocadas dentro de bexigas, que foram enchidas de ar e amarradas. Em seguida, cada aluno recebeu uma bexiga e, ao comando dos pesquisadores, todos jogaram as bexigas para o alto e recolheram uma aleatoriamente. Nesse momento, os alunos leram o conceito dentro da bexiga e compartilharam o que aquele termo significava para eles.

Após os alunos socializarem suas percepções sobre os conceitos encontrados, os pesquisadores retomaram a palavra e explicaram os conceitos que são os pilares do projeto, ou seja, falaram sobre Saúde Emocional e Ambiental, Ciência Cidadã e Segurança alimentar.

Após essa explanação, os pesquisadores apresentaram um grande painel feito de papel *kraft*, dividido nos três eixos supracitados que norteiam o projeto e pediram para que os

alunos encaixassem o conceito que estavam em mãos e listassem em um dos eixos apresentados, objetivando verificar a percepção dos alunos dentro dos temas escolhidos.

Figura 7 – Painel diagnostico da oficina de sondagem dos alunos



Fonte: O autor (2020)

Na semana seguinte, no dia 02 de março, parte dos alunos que participaram da oficina no dia anterior, foram reunidos por um dos pesquisadores, que também é professor de Biologia na unidade escolar, e foram convidados a refletir sobre os problemas ambientais que o entorno escolar enfrentava. A discussão foi realizada em sala de aula durante a aula de Biologia do segundo ano, mas estavam presentes alunos do nono ao terceiro ano. Isso foi possível mediante o pedido do docente em questão, que pediu aos professores a liberação dos alunos que tinham participado da primeira parte da oficina na semana anterior.

Essa discussão foi gravada na íntegra em vídeo, e parte dela foi transcrita, enquanto outras partes foram descritas abaixo. Dada a importância do tema central para esta pesquisa, optou-se por detalhar a aula completa. No entanto, na transcrição a seguir, foram removidos alguns vícios de linguagem, como “né”, “então” e “ah”, bem como comentários dos alunos que não eram relevantes para as questões da pesquisa, objetivando assim tornar a leitura mais fluida. Destaca-se que o nome dos alunos foram substituídos por pseudônimos, garantindo assim o anonimato dos discentes. A seguir apresento o diálogo desenvolvido entre o professor/pesquisador e os discentes:

Professor: *Vamos lá, pessoal! Hoje, quero discutir com vocês os problemas ambientais que enfrentamos na escola e entorno dela, ou seja, onde vocês moram. Alguém teria algum exemplo para falar desses problemas ambientais que vocês enfrentam todos os dias?*

Ana: *Acho que o uso dos agrotóxicos tá contaminando a água de Araçatuba e pode causar mal.*

Professor: *Isso é um problema sério. Como você sabe que a água está contaminada por agrotóxicos?*

Fernando: *Você mesmo, professor, apresentou uma reportagem sobre pesquisadores que tinham encontrado agrotóxicos na água de Araçatuba e que estava envenenando ela, podendo causar problemas de saúde. Eu também já vi pessoas falando que a água tá estranha.*

Professor: *Com certeza, a contaminação da água e o aumento de doenças são preocupantes. Tem mais problemas ambientais no bairro?*

Eliza: *Sim, as ruas estão cheias de lixo, e o lixo acaba indo para o bueiro e para o Bagaçu (rio da cidade). Isso aí também polui a água e aumenta a dengue.*

Professor: *Isso mesmo. Esses lixos acumulados proliferam os mosquitos vetores de doenças, provocando as doenças que estão aí.... além da dengue, existe outras existem outras doenças provocados por esses problemas ambientais?*

Eliza: *Têm a leishmaniose, professor. Com o desmatamento das áreas para fazer casas e plantar cana, esses mosquitos que transmitem a doença estão se multiplicando. Sem árvores, esses mosquitos vêm pra cidade e pica os cachorros e humanos, e transmite a leishmaniose.*

Professor: *Infelizmente a leishmaniose é uma doença grave, que pode ser fatal se não for tratada. Infelizmente, ela está se tornando mais comum por causa das mudanças no ambiente.*

Professor: *Acho que todos estão percebendo como é importante cuidar do meio ambiente. O uso irresponsável de agrotóxicos, a contaminação da água, a falta de vegetação e a disseminação de doenças como a leishmaniose são sinais de que precisamos mudar nossa relação com a natureza. Concordam?*

Anderson: *Senão cuidar do meio ambiente, esses problemas só vão piorar.*

Professor: *Galera, vocês notaram outros problemas ligados ao meio ambiente na nossa comunidade que ainda não foi falado?*

Marta: *Tem as queimadas em terrenos baldios que ocorrem direto quem mais faz isso são os véios! Eles colocam lixo e taca fogo. Isso polui o ar e mata a vegetação e os*

animais que estão ali. Já vi muitas pessoas também jogando pilhas e baterias no lixo, o que é perigoso porque as pilhas têm metal pesado que podem contaminar o solo e a água e causar câncer.

Professor: Esses problemas são realmente graves e pode provocar danos na nossa saúde. Vocês já viram alguma iniciativa no bairro para enfrentar esses problemas?

Gisele: Já vi o clube da árvore (ONG) por aqui fazendo o plantio de mudas e aqui na escola o senhor organizou a gincana da reciclagem e também fizemos aquele mutirão para limpar a escola.

Professor: Foi mesmo. Vocês acham que poderia ser feito mais alguma coisa para melhorar a situação?

Fernando: Acho que precisa aumentar a conscientização do pessoal sobre os riscos disso aí...tipo agrotóxicos, do lixo e das queimadas. Também tem que ter uma fiscalização mais rígida em relação ao destino das pilhas e baterias.

Professor: Concordo plenamente. A conscientização e uma melhor fiscalização são essenciais. Vou considerar essas questões em nosso trabalho em sala de aula e explorar maneiras de apoiar essas iniciativas. Valeu pessoal!

O diálogo entre o professor e os alunos indica que os alunos apresentam a percepção dos problemas ambientais que eles vivenciam nos bairros do entorno da escola, incluindo a contaminação da água, poluição por lixo, desmatamento e queimadas. Os alunos demonstram compreensão de como esses problemas impactam em sua qualidade de vida, mencionando questões como a presença de agrotóxicos na água que causa danos à saúde, o aumento de doenças como dengue e leishmaniose por conta da proliferação dos mosquitos, e a poluição causada por queimadas que provoca problemas respiratórios e o descarte inadequado de pilhas e baterias que pode contaminar o solo e causar câncer. Dessa forma, é possível perceber na fala dos alunos a construção de um protagonismo juvenil, que após a tomada da consciência das consequências terríveis que esses problemas ambientais podem causar, poderá atuar para transformar o cenário em busca de um meio ambiente livre dessas mazelas antrópicas. Destaca-se que o protagonismo juvenil citado se refere a condições concretas que o jovem possui para intervir criticamente na sociedade e no meio em que vive (Dos Santos, 2014). A Educação Ambiental na escola, alinhada com a Política Nacional de Educação Ambiental (Lei nº 9.795/1999), busca estimular nos discentes, um protagonismo crítico e emancipado, através da compreensão integrada do meio ambiente em suas múltiplas relações. Esse protagonismo é fundamental para promover reflexões e ações que transformem cenários de degradação ambiental em ambientes equilibrados e sustentáveis. Dessa forma, o protagonismo juvenil se

destaca como uma força motriz, capacitando os estudantes a compreenderem os impactos das atividades humanas sobre o meio ambiente e a se tornarem agentes transformadores, capazes de propor soluções criativas e éticas para reverter a crise ambiental que vivenciamos em nosso tempo. Dessa forma, a escola se consolida como um espaço privilegiado para a formação cidadã, a valorização da juventude e a promoção da sustentabilidade (Colombo, 2014; Loureiro; Cunha, 2008).

O resultado do diálogo sobre os problemas ambientais que ocorrem na escola e em seu entorno, assim como iniciativas que já ocorrem e sugestões para resolver tais problemas, foram categorizados por temas e descritos conforme o quadro 8 a seguir:

Quadro 8: Problemas ambientais em torno da escola, iniciativas e sugestões levantadas pelos discentes

Categoria	Temas	Quantidade de Menções	Descrição dos problemas
Contaminação da água	- Uso de agrotóxicos	1	Ana menciona que o uso de agrotóxicos está contaminando a água, potencialmente causando problemas de saúde.
Gestão de Resíduos	- Lixo nas ruas. - Poluição do Rio Baguaçu - Pilhas e baterias no lixo.	3	Eliza relata que o acúmulo de lixo nas ruas vai para o bueiro e polui o Baguaçu, aumentando o risco de dengue. Ana cita as pilhas e baterias descartadas incorretamente que podem contaminar solo e água, causando riscos à saúde
Poluição do ar	- Queimadas em terrenos baldios.	1	Marta descreve que queimadas em terrenos baldios, muitas vezes causadas por descarte inadequado de lixo, poluem o ar e destroem a vegetação, afetando a fauna local
Iniciativas	- Clube da árvore (ONG) - Gincana da reciclagem Mutirão de limpeza	3	Gisele destaca iniciativas como plantio de mudas pelo Clube da Árvore e atividades na escola, como a gincana da reciclagem e mutirões da limpeza.
Sugestões para melhorias	- Conscientização - Fiscalização	2	Fernando sugere que é necessário aumentar a conscientização sobre os riscos ambientais e melhorar a fiscalização, especialmente em relação ao descarte de pilhas e baterias

Fonte: O autor (2024)

O diálogo entre o professor e os alunos revela que a gestão de resíduos e poluição é a maior preocupação ambiental, com três menções destacando problemas como acúmulo de lixo e o impacto do descarte inadequado de pilhas e baterias. Iniciativas e Conscientização também receberam três menções, indicando que os alunos valorizam as ações positivas, como

plantio de mudas e atividades de reciclagem, e veem a necessidade de aumentar a conscientização e fiscalização.

A contaminação da água e as doenças relacionadas ao meio ambiente, como dengue e leishmaniose, também foram mencionadas, mostrando uma preocupação com a qualidade da água e os impactos na saúde causados por problemas ambientais.

Queimadas e poluição do ar foram mencionadas uma vez, indicando que, embora seja um problema importante, não é visto com a mesma urgência que os outros problemas identificados.

No geral, a análise sugere que os alunos estão mais preocupados com a gestão de resíduos e suas consequências, e estão engajados na busca por melhorias através da conscientização e da fiscalização.

A partir desses levantamentos, foram elaborados dois projetos interdisciplinares de pesquisa. Esses projetos foram formulados em colaboração com instituições parceiras, como ONGs e instituições de ensino superior, e serão apresentados a seguir.

5.2. Pressupostos e atividades de Educação Ambiental Sintrópica, mediados pela Ciência cidadã

Nesta seção, apresentamos as bases e pressupostos que fundamentaram a construção do projeto de Educação Ambiental Sintrópica, a partir dos dados obtidos nas oficinas de sondagem. O projeto buscou articular os princípios da Educação Ambiental Sintrópica com a abordagem da Ciência Cidadã, estruturando atividades que incentivassem a participação ativa dos estudantes na investigação e compreensão dos problemas socioambientais.

5.2.1. Formulação dos projetos de pesquisa de intervenção interdisciplinar

O primeiro projeto de pesquisa de intervenção interdisciplinar desenvolvido foi a Horta Sintrópica. A ideia surgiu a partir da alta demanda identificada na oficina de sondagem, na qual professores e alunos mencionaram o tema oito vezes. Questões como alimentos orgânicos, agroecologia e hortas medicinais foram apontadas por esses agentes escolares como temáticas ambientais relevantes para a comunidade naquele momento.

Diante disso, o grupo de pesquisadores responsável pelo projeto estabeleceu contato com a Associação Agroflorestal Morada São Francisco, firmando uma parceria com os produtores locais. Essa colaboração resultou na criação do projeto, cujo objetivo principal era recuperar um terreno da escola com solo degradado, transformando-o em uma horta conduzida pelos princípios da Agricultura Sintrópica. Para isso, a abordagem da Ciência

Cidadã foi utilizada como estratégia pedagógica, envolvendo os alunos diretamente nas ações de recuperação do solo e no aprendizado interdisciplinar sobre práticas sustentáveis.

O segundo projeto criado teve como tema Prevenção a Leishmaniose. Essa demanda apareceu com 3 menções nas oficinas desenvolvidas, muito provavelmente pelas 3 mortes ocorridas no ano anterior no município, sendo duas delas na zona leste, região a qual situa-se a escola. Dessa forma, mediante a importância que o tema adquiriu por estes eventos, optamos por desenvolver um projeto nessa área.

A formulação deste projeto iniciou-se com a equipe de pesquisadores mencionada entrando em contato com a Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade Estadual Paulista – UNESP/Araçatuba para propor uma parceria para elaboração e execução do projeto. O projeto foi recebido por uma professora do Departamento de Parasitologia que formalizou a parceria e juntamente com a sua orientada juntou se aos pesquisadores da atual pesquisa para elaborar o projeto em questão. O objetivo do projeto era elaborar um material educativo para a comunidade escola visando a prevenção da doença. A ideia era a produção de um material contextualizado a partir de dados da própria comunidade. Para isso, os discentes da unidade escolar com a ajuda do professor de Biologia e dos veterinários da UNESP coletariam dados referente ao grau de conhecimento da moléstia pelas pessoas do bairro; identificariam os possíveis focos de criadouro do mosquito no entorno escolar e ainda levantariam o número de cães e outros animais que a comunidade escolar possui. Com base nesses dados, o material seria produzido entre os pesquisadores e alunos e divulgado para toda comunidade escolar.

Após a formulação dos projetos de pesquisa interdisciplinares, em um novo momento de reunião pedagógica com os docentes, o professor responsável pela iniciativa socializou as informações obtidas ao longo de todo o processo e apresentou os projetos desenvolvidos. Os professores demonstraram interesse pelas propostas e se mostraram dispostos a colaborar. Com a anuência da gestão escolar, definiu-se o início das atividades: o projeto da Horta Sintrópica seria desenvolvido no primeiro semestre de 2020, enquanto o projeto voltado à prevenção da Leishmaniose estava previsto para o segundo semestre daquele ano. No entanto, as aulas da rede pública de São Paulo foram suspensas em 23 de março, em decorrência da pandemia de Coronavírus, o que impossibilitou a execução do cronograma originalmente planejado.

5.2.2. Período Pandêmico

Com as aulas suspensas, a equipe de pesquisadores optou em manter o projeto através de canais digitais de comunicação. O objetivo era criar ferramentas para, ainda que de forma remota, fomentar a formação científica e ambiental dos discentes envolvidos inicialmente no projeto, neste caso, os alunos da segunda série do ensino médio. Vale a pena salientar que naquele momento da pandemia não tínhamos informações de quanto voltaríamos a aula presencial. Nosso planejamento até então era que a turma em questão voltasse as aulas presenciais no segundo semestre de 2020. Sendo assim, os canais digitais criados auxiliariam em um primeiro momento nesta formação científica e ambiental, que seria completada no segundo semestre através das aulas presenciais. Como as previsões para o retorno não se confirmaram, os canais digitais continuaram ativos até o final de 2021, quando os alunos retornaram as aulas presenciais.

O primeiro meio digital a ser criado foi um canal no Youtube (@educacaoambientalesociedade1363). A proposta deste canal foi trazer pesquisadores de diversas áreas da Ciência para contar um pouco sobre o seu trabalho e tirar dúvidas da sua área de atuação. O objetivo era contribuir para a formação científica e ambiental dos alunos, além de despertar em tais o interesse pelas carreiras científicas. Ao todo foram 12 entrevistas que tiveram uma participação considerável dos alunos via chat. Entre os temas abordados, destacam-se os seguintes títulos: Música e Biologia; Projetos em Ciência Cidadã; Carreiras Científicas e Transtorno de Déficit da Natureza.

Figura 8: Canal do projeto no Youtube



Fonte: O autor (2020)

O segundo produto digital criado foram as redes sociais. Com os domínios do Instagram (@educacaoambientalesociedade/) e Facebook (@EACIDADA) criados, as plataformas foram fomentadas com informações sobre Agroecologia e Agrofloresta. Cards explicativos, vídeos e animações foram criadas para explicar os conceitos e práticas que envolvem essas modalidades de plantio. Além disso, os alunos puderam acompanhar, através de fotos e vídeos, o início da implementação de uma Agrofloresta na unidade escolar.

Figura 9: Redes sociais do projeto



Fonte: O autor (2020)

O terceiro canal digital de comunicação criado foi um grupo de WhatsApp que tinha como finalidade postar os materiais produzidos nas diversas mídias digitais, além de orientar os alunos sobre os eventos do projeto que estavam acontecendo de forma remota.

Também foi criado um site institucional do projeto (carrijaonaciencia.wixsite.com/carrija-na-ciencia/blank-1) cujo objetivo era divulgar as ações que estavam acontecendo para toda comunidade escolar. Além de textos explicativos sobre a origem e os objetivos do projeto, o site em questão também continha informações sobre a equipe de pesquisadores, livros e artigos relacionados a temática ambiental e um mural de interação com os visitantes do site.

Figura 10 – Site do projeto

Fonte: O autor (2020)

Após quase dois anos de atividades remotas, foi anunciado no final de 2021 pelo Governo do Estado de São Paulo, o retorno obrigatório dos alunos de forma presencial (São Paulo, 2021). Desta forma, mediante a expectativa de ter os alunos em sala de aula novamente, foi retomado o contato com os parceiros do projeto. Infelizmente, devido a problemas de agenda, a professora representante da UNESP acabou desistindo do projeto. Já os produtores da Associação Agroflorestal Morada São Francisco novamente se colocaram à disposição para contribuir no projeto.

Mesmo diante da desistência da docente da UNESP, o grupo de pesquisa responsável pelo projeto resolveu manter várias ideias formuladas pela parceria. Após algumas adaptações do projeto original, as ações elaboradas foram desenvolvidas e executadas durante o ano letivo de 2022 dentro do itinerário formativo “Meu papel no desenvolvimento sustentável”, dentro do componente Zoonoses Tropicais. A ideia era contemplar o objetivo inicial do trabalho que era produzir materiais para sensibilizar a comunidade escolar para medidas de prevenção contra a Leishmaniose.

Destacamos mais uma vez que os Itinerários Formativos integram as diretrizes definidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) para a Educação Básica e estão intimamente relacionados às competências e habilidades que todos os estudantes devem desenvolver durante o Ensino Médio. A partir dessas diretrizes, o Estado de São Paulo formulou o novo ensino médio e colocou em vigor no início de 2021.

O componente supracitado consistiu em um encontro semanal de duas aulas de 45 minutos, com uma carga horária de 30 horas. Neste componente, os estudantes utilizando as

premissas da Ciência Cidadã (participação ativa, colaboração e inclusão, acesso a Ciência, engajamento e conscientização, educação e aprendizado e valorização do conhecimento local) tiveram a oportunidade de fazer levantamento e análise de dados, receber palestra sobre Leishmaniose e visitar o centro de Zoonose de Araçatuba. Também foi pesquisado e discutido os fatores ambientais e antrópicos que afetam a ocorrência da Leishmaniose e outras doenças infecto-parasitárias, estimulando os estudantes a desenvolverem a escrita científica por meio de relatórios. Além disso, houve a produção de um material educacional que foi divulgado para outras turmas da escola.

Já o projeto Horta Sintrópica foi desenvolvido em 2022 através da parceria entre os pesquisadores e a Associação Agroflorestral Morada São Francisco. O projeto consistiu em adotar uma metodologia pedagógica inovadora de base teórico-prática utilizando a abordagem da Ciência Cidadã para a inserção da Permacultura e Agricultura Sintrópica na escola. A atividade integra de maneira interdisciplinar os objetivos da sustentabilidade, da educação ambiental e da saúde ambiental ao currículo escolar. A partir da abordagem dos amplos temas ligados à Permacultura e da Agricultura Sintrópica, foram desenvolvidos coletivamente atividades de pesquisas e intervenções práticas para a construção e manutenção de uma horta Sintrópica, criando um laboratório vivo para que alunos e professores pudessem se apropriar dos conceitos científicos presentes no currículo.

A horta em questão foi desenvolvida durante a execução da primeira versão da disciplina “Educação Ambiental e Sociedade”, que foi oferecida na unidade escolar de forma optativa para alunos do ensino médio, e contou com o auxílio de cientistas profissionais ligados a instituições de ensino superior e produtores agroflorestais locais. Além da construção dos canteiros da horta, discentes e professores ficaram envolvidos na coleta e análise de dados do solo, água e dos alimentos produzidos, sempre sob a supervisão de um cientista profissional, caracterizando assim a abordagem da Ciência Cidadã mencionada. As atividades desenvolvidas estimularam reflexões sobre os problemas socioambientais e a colaboração e autonomia dos estudantes para resolução dos mesmos a partir do conhecimento científico.

Vale a pena destacar que a criação da disciplina “Educação Ambiental e Sociedade” foi idealizada pedagogicamente nos princípios da interdisciplinaridade e transversalidade como visa a PNEA. Embora a lei nº 9795/1999 admoeste que a Educação Ambiental deve ser integrada às demais disciplinas, a nomenclatura utilizada visou facilitar a identificação e o fortalecimento dos conteúdos ambientais dentro da disciplina eletiva oferecida.

Os dois projetos de pesquisas interdisciplinares foram importantes para a escola. O objetivo de fomentar a formação científica a partir de uma abordagem socioambiental buscou contribuir na formação de jovens conscientes e responsáveis, capazes de agir a favor da saúde e do bem-estar para todos. Neste sentido, acreditamos que o engajamento dos alunos nas atividades propostas permite dizer que as propostas foram bem recebidas.

Os projetos também foram importantes na criação e desenvolvimento de protocolos da abordagem da Ciência Cidadã, assim como no desenvolvimento de uma sequência didática que priorizasse a formação socioambiental no processo educativo.

Com essas informações em mãos, pensou-se em propor uma nova disciplina eletiva voltada para a formação socioambiental que utilizasse o fruto de tais aperfeiçoamentos para propor uma sequência didática na temática ambiental que utilizasse a abordagem da Ciência Cidadã.

Como foi notório o maior interesse da comunidade escolar no desenvolvimento da Horta Sintrópica ao longo do desenvolvimento dos projetos citados, optou-se por trabalhar uma disciplina de formação socioambiental que utilizasse a abordagem da Ciência Cidadã para implementar uma horta agroflorestral na unidade escolar. Dessa forma, o grupo de pesquisadores responsáveis pelo projeto elaborou no segundo semestre de 2023 uma nova versão da disciplina Educação Ambiental e Sociedade. A seguir temos a apresentação e discussão dos dados obtidos na referida disciplina.

5.2.3. Disciplina eletiva “Educação Ambiental e Sociedade – 2º Semestre/2023

A nova versão da referida disciplina contou com a participação de alunos do 8º e 9º anos. Com duração de um semestre, foi possível organizar 12 encontros com duração de uma hora e meia cada um. A ementa da disciplina contava com conteúdos como Educação Ambiental e Cidadania; Princípios da Sustentabilidade e relação Educação Ambiental e qualidade de vida. O objetivo da disciplina era fomentar a formação científica e ambiental dos alunos a partir de um projeto de pesquisa relacionado à Educação Ambiental Sintrópica. O documento da ementa na íntegra encontra-se no Anexo C.

É necessário enfatizar que as premissas da Ciência Cidadã estiveram presentes em todos os encontros da disciplina citada acima, sendo notória sua abordagem principalmente nos Episódios de Ensino que contavam com a aplicação de protocolo. Nestes casos, todas as etapas da referida abordagem, conforme estabelece Kawabe (2020), estavam presentes. São elas: formulação da questão de pesquisa; desenvolvimento de protocolos; capacitação dos cientistas cidadãos; coleta, análise e validação dos dados e divulgação dos resultados.

Os dados foram obtidos a partir da transcrição das gravações em vídeo das aulas ministradas na disciplina Educação Ambiental e Sociedade. Nos episódios analisamos a abordagem da Ciência Cidadã no processo de ensino-aprendizagem, sob a perspectiva da ótica Vigotskiana. O objetivo era identificar e avaliar se essa abordagem estava contribuindo para a compreensão dos conceitos científicos e se auxiliava na articulação desses conceitos com os fatores socioambientais, visando a promoção de uma consciência ambiental mais crítica e reflexiva.

A partir das transcrições das aulas, analisamos os Episódios de Ensino (EE), que correspondem aos momentos de interação social e formação de conceitos científicos pelos alunos. Nosso objetivo foi identificar como essas interações, mediadas pela abordagem da Ciência Cidadã, facilitaram a formação de conceitos pelos estudantes e como esses conceitos foram articulados com aspectos sociais e ambientais.

A disciplina eletiva proposta incluiu 22 aulas de 50 minutos cada, que foram transcritas após as gravações em vídeo. No entanto, devido à quantidade de dados coletados e considerando o objetivo desta pesquisa, analisamos apenas as aulas que mais se destacaram no processo de ensino-aprendizagem e que continham todas as etapas da Ciência Cidadã. O intuito foi verificar se essa abordagem, no contexto de uma formação socioambiental, promoveu a formação de conceitos científicos e a articulação desses conceitos com aspectos sociais e ambientais. Essas aulas compuseram os cinco Episódios de Ensino que são nossos dados para a análise da aplicação da disciplina eletiva. Segue abaixo o quadro com a distribuição dos episódios de ensino.

Quadro 9: Divisão dos Episódios de Ensino

Episódios de Ensino	Contexto da Aula	Protocolo
EE1 (18/08)	Aplicação de questionário e funcionamento do Projeto	
EE2 (25/08)	Agrofloresta: formação dos grupos e análise biológica do solo (macro e micro)	SIM
EE3 (01/09)	Agrofloresta e análise física do solo – Parte 1	SIM
EE4 (15/09)	Análise física do solo – Parte 2	SIM
EE5 (22/09)	Discussão dos tipos de solo encontrado; coleta para análise química	SIM
EE6 (29/09)	Oficina de Compostagem – Agroecólogo	SIM
EE7 (20/10)	Análise Química do Solo – Engenheiro Agrônomo; análise composteira	
EE8 (27/10)	Pesquisa – Ficha técnica das plantas	
EE9 (10/11)	Palestra – Alimentos Industrializados – Nutricionista	
EE10 (17/11)	Visita ao Sítio Agroflorestal “São Francisco” – Produtor Rural	
EE11 (24/11)	Plantio de mudas e sementes – Agroecólogo – discussão de dados – Composteira	SIM
EE12 (03/12)	Aplicação de questionário e fechamento da disciplina	

Fonte: O autor (2024)

A seguir, em virtude da relevância do tema central para esta pesquisa, optou-se por apresentar os trechos selecionados com maior detalhamento. Vale destacar que os Episódios de Ensino estão disponíveis na íntegra no Apêndice A. Na transcrição a seguir, foram eliminados vícios de linguagem, como 'né', 'então' e 'ah', bem como intervenções dos alunos que não agregavam ao foco da pesquisa, visando uma leitura mais fluida. Adicionalmente, os nomes dos alunos foram substituídos por pseudônimos, de modo a assegurar o anonimato dos participantes. Por fim, a estrutura da seção seguinte se concentrará na apresentação das categorias e unidades de registro.

5.3. A Compreensão de Conceitos Científicos no Saber Ambiental

Nesta seção, buscamos identificar e analisar como ocorreu a formação do conceito científico nas situações proporcionadas pela disciplina, por meio do prisma Vigotskiano. Foram estabelecidas categorias a partir de elementos presentes na teoria de Vigotski, conforme o quadro abaixo.

Quadro 10: Categorias de Análise da Formação de Conceitos Científicos segundo Vigotski

Categoria	Unidade de Registro	Fala ou Descrição da Ação
Mediador do Conhecimento	Interações entre os alunos	Os alunos que não haviam compreendido plenamente a proposta do protocolo foram prontamente auxiliados por colegas Isabela: “ <i>A areia tem pedaços maiores do que as outras, aí então elas afundam mais rápido.</i> ”
	Interações entre o professor e alunos	Professor usa ferramentas culturais para explicar regra de três “... o agroecólogo complementava as informações com detalhes sobre composteiras domésticas e outros métodos de compostagem, além de esclarecer dúvidas levantadas pelos alunos.”
	Interações entre p agroecólogo e alunos	
Zona de Desenvolvimento Proximal	Superação de dificuldades com auxílio do professor	Ohana: “ <i>Professor, estou confusa. Essa parte aqui é argila ou ainda água misturada?</i> ” O professor de Geografia, ao perceber a dificuldade, utilizou uma lanterna para facilitar a visualização. Uso de ferramentas culturais como termômetro e medidor de Ph para facilitar o acesso a ZDP
Relação Teoria-Prática	Reflexão sobre conceitos científicos aprendidos com base nos experimentos	Professor: “ <i>E vocês concordam que o quadrante que reagiu mais é o mais indicado (para o plantio)?</i> ” André: “ <i>Sim... porque ele tem mais bactérias.</i> ” Professor: “ <i>Por que vocês acham que este material sedimentou dessa forma após esses dias parado?</i> ” Ohana: “ <i>Pode ser a diferença de peso.</i> ”
	Conexão entre as explicações teóricas e a observação prática	
Contextualização e transferência de conhecimentos	Aprendizagem em contextos significativos que favoreceram a transferência e a aplicação do conhecimento em novas situações	Isabela: “ <i>A compostagem é tipo a reciclagem do lixo da cozinha?</i> ”

A seguir, analisamos os episódios de ensino com base nas categorias estabelecidas, visando esclarecer como ocorreu a formação dos conceitos científicos pelos discentes à luz do referencial teórico adotado.

5.3.1. Mediador de conhecimentos

Nesta categoria, foram enquadradas situações em que foram identificadas interações entre os agentes escolares envolvidos na pesquisa, as quais contribuíram para a mediação do conhecimento.

Para Vigotski (1984), a mediação do conhecimento ocorre entre o sujeito em processo de aprendizagem e o objeto de conhecimento, sendo facilitada por um mediador, que pode ser o professor, um colega mais experiente ou até mesmo ferramentas culturais, como a linguagem e os instrumentos simbólicos. Esse processo se dá por meio de interações sociais significativas, promovendo a construção colaborativa do conhecimento e potencializando o desenvolvimento cognitivo do aluno dentro de sua Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP).

A seguir, serão discutidas algumas situações observadas durante os episódios de ensino analisados.

5.3.1.1. Interações entre alunos

Durante a execução do primeiro protocolo da sequência didática estabelecida, ação descrita no Episódio de Ensino 2, o objetivo da atividade era realizar uma análise microbiológica do solo. Para isso, os alunos se dirigiram ao quadrante correspondente ao seu grupo, localizado no espaço escolar destinado à horta, e, seguindo os cuidados previstos no protocolo mencionado, realizaram a coleta do solo para posterior análise.

Foi possível observar que, durante essa primeira coleta e análise, estabeleceu-se um clima de parceria entre os integrantes dos grupos. Os alunos que não haviam compreendido plenamente a proposta do protocolo foram prontamente auxiliados por colegas, o que possibilitou a participação ativa de todos no processo de coleta e análise do solo.

Segundo Vigotski (1988), esse clima de colaboração e interação social favorece a aprendizagem, pois permite que os indivíduos avancem em seu desenvolvimento com o apoio de outros mais experientes na tarefa. Foi exatamente essa dinâmica que constatamos: os alunos que compreenderam a proposta auxiliaram aqueles com dificuldades e, por meio dessas interações, os colegas menos familiarizados com o protocolo conseguiram

compreender os conceitos desejados, evidenciando o papel fundamental da mediação no processo de aprendizagem.

No Episódio de Ensino 3, durante a discussão de uma das etapas do protocolo fornecido para a análise física do solo, ocorreu o seguinte diálogo entre pares do mesmo grupo:

Isabela: *A areia tem pedaços maiores do que as outras, aí então elas afundam mais rápido.*

Diogo: *Pedaço não... partícula*

A resposta de Isabela revelou um entendimento inicial do conceito, embora com uma terminologia imprecisa. Diogo, ao corrigir a colega, desempenhou o papel de par mais capaz, promovendo um ajuste conceitual que favoreceu o avanço da compreensão dela. Esse episódio evidencia como a abordagem colaborativa da Ciência Cidadã, ao longo da execução do protocolo, estimulou interações entre pares essenciais para o processo de aprendizagem.

A correção feita por Diogo não foi apenas uma observação isolada, mas parte de uma construção conjunta do conhecimento, em que o diálogo entre os alunos contribuiu para a formação do conceito científico em questão. Esse tipo de colaboração foi essencial para o desenvolvimento cognitivo, pois permitiu que o conhecimento fosse construído em um contexto social (Vigotski, 1991).

5.3.1.2. Interações entre professor e alunos

Ainda no episódio de Ensino 3, o objetivo era coletar amostras em recipientes adequados para a realização da referida análise. O protocolo estabelecido orientava que os alunos retirassem o solo do quadrante que estavam investigando, preenchendo 70% do recipiente com o material coletado.

Inicialmente, após a entrega do protocolo, os alunos enfrentaram dificuldades para compreender como calcular 70% da altura do frasco com base em suas medidas. Ao perceber essa dificuldade, o professor recorreu a ferramentas culturais, tanto simbólicas quanto materiais, para auxiliá-los. Primeiramente, retomou o conceito da “regra de três”, um recurso matemático aprendido em séries anteriores, integrando-o de forma contextualizada à prática da aula de Ciências. Em seguida, utilizou um caderno para esquematizar a solução do problema, destacando de maneira visual e organizada os passos necessários para a resolução.

Esse suporte temporário, conhecido como andaime (Pinto; De Souza, 2021), permitiu que os alunos não apenas solucionassem o problema imediato, mas também internalizassem o

conceito matemático, ampliando sua capacidade de aplicá-lo de forma autônoma em situações futuras. No caso analisado, a mediação do professor foi fundamental para que os alunos superassem essa barreira cognitiva, evidenciando o papel da intervenção pedagógica no processo de aprendizagem.

A Ciência Cidadã inclui, entre suas diversas etapas, a capacitação de cientistas voluntários por cientistas profissionais para a execução de protocolos previamente estabelecidos (Kawabe, 2021). Esse processo é essencial para garantir que os voluntários adquiram o conhecimento teórico e prático necessário para coletar, registrar e analisar dados de forma precisa e confiável, assegurando a qualidade e a integridade das informações produzidas.

Nesse contexto, o cientista profissional atua como mediador do conhecimento e orientador das práticas científicas. No caso analisado, essa função foi desempenhada pelo professor responsável pela disciplina, que conduziu as orientações necessárias para a execução do protocolo proposto. O professor não se limitou à transmissão de instruções técnicas; ele também exerceu um papel pedagógico crucial, facilitando a compreensão dos procedimentos e incentivando o engajamento ativo dos alunos no processo investigativo.

Dessa forma, a abordagem da Ciência Cidadã promoveu um espaço de mediação entre os agentes envolvidos, o que, no caso analisado, contribuiu significativamente para o desenvolvimento da autonomia dos estudantes na aplicação de protocolos científicos. Tal mediação revela-se fundamental para a aprendizagem, em consonância com as ideias de Vigotski (1991).

5.3.1.3. Interações entre o agroecólogo e alunos

Já durante o Episódio de Ensino 5, na oficina de compostagem, os alunos aprenderam sobre o funcionamento de uma composteira. O parceiro convidado a ministrar a oficina era um agroecólogo vinculado à instituição parceira do projeto (Associação Agroflorestral Morada São Francisco). Nesse caso, o profissional assumiu o papel de cientista profissional ao lado do docente da disciplina.

No decorrer da explicação, foram abordados tópicos como a importância dos microrganismos no processo de decomposição, o tempo necessário para a compostagem ocorrer, as diferenças entre adubo orgânico e químico e os materiais que podem ser compostados. Durante esses momentos, o agroecólogo complementava as informações com detalhes sobre composteiras domésticas e outros métodos de compostagem, além de esclarecer dúvidas levantadas pelos alunos.

A atuação do agroecólogo ilustra claramente a eficácia da abordagem da Ciência Cidadã na promoção de práticas pedagógicas interativas e investigativas. A interação contínua entre o agroecólogo e os alunos foi fundamental para a construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que estimulou a autonomia dos estudantes no gerenciamento das atividades práticas e no monitoramento das composteiras, conforme detalhado no Episódio de Ensino 5, presente no Apêndice A.

Esse processo evidenciou como a mediação desse profissional favoreceu a integração de saberes e a participação ativa dos alunos, potencializando tanto a aprendizagem científica quanto a reflexão crítica sobre questões socioambientais em um ambiente de ensino dinâmico e colaborativo. À luz da teoria Vigotskiana, observa-se que a mediação do agroecólogo desempenhou um papel fundamental ao proporcionar desafios aos alunos que, embora inicialmente fora de seu alcance individual, puderam ser superados com o apoio do mediador e da interação social. Esse suporte contribuiu para a internalização de novos conceitos científicos.

Essa interação entre os alunos também foi um aspecto relevante destacado pelo professor parceiro da disciplina, conforme registrado na entrevista disponível no Apêndice C. De acordo com o docente, a interação tanto entre os alunos quanto entre alunos e professores tornou as aulas mais dinâmicas, além de favorecer o desenvolvimento do protagonismo estudantil. Ele ressaltou que, ao longo da disciplina, os estudantes passaram a assumir um papel mais ativo no próprio processo de aprendizagem. Dessa forma, evidencia-se a importância dessas diferentes formas de mediação para a construção do conhecimento e o aprimoramento do processo de ensino-aprendizagem.

5.3.2. Zona de Desenvolvimento Proximal

Esta categoria abrange as situações de ensino e aprendizagem em que os alunos tiveram sua ZDP acessada e desenvolvida por meio da intervenção do professor, de colegas mais experientes ou do uso de ferramentas culturais. Considera-se, portanto, os momentos em que as intervenções didáticas permitiram que os estudantes superassem desafios cognitivos que, individualmente, não conseguiriam resolver, mas que, com o suporte adequado, foram capazes de compreender e internalizar. Assim, essa categoria analisa episódios nos quais estratégias pedagógicas, intervenções discursivas propiciaram a transição do aluno de um nível de conhecimento potencial para um nível efetivo, promovendo avanços na formação de conceitos científicos.

Segue abaixo as análises dos episódios onde o desenvolvimento da ZDP foi evidente.

5.3.3. Superação de dificuldades com auxílio do professor

Nos episódios de ensino 3 e 4, o objetivo da atividade era identificar o tipo de solo coletado. Para isso, os alunos deveriam analisar as partículas presentes na amostra e inserir os dados em um simulador, a fim de determinar o tipo de solo em questão. Durante o processo de análise, alguns grupos encontraram dificuldades em cumprir uma etapa do protocolo estabelecido: diferenciar a camada de argila da água turva que se acumulava na parte superior da amostra.

Um dos grupos, demonstrando hesitação, solicitou a ajuda do professor para esclarecer suas dúvidas:

Ohana: *“Professor, estou confusa. Essa parte aqui é argila ou ainda água misturada?”*

O professor de Geografia, ao perceber a dificuldade, utilizou uma lanterna para facilitar a visualização e explicou: *“Vejam bem, a argila forma uma camada homogênea, enquanto a água fica mais translúcida acima dela. Se ainda estiverem em dúvida, aguardem alguns minutos para que o sedimento se acomode completamente”*.

Após a intervenção, os alunos reposicionaram suas réguas, ajustaram as marcações e prosseguiram com a medição de cada camada do solo.

A postura do professor, ao oferecer explicações acessíveis e recorrer a recursos didáticos simples, evidencia sua atuação dentro da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) dos alunos, conforme proposto por Vigotski (2001). Essa mediação foi fundamental para que os estudantes superassem suas dificuldades e compreendessem melhor os processos de sedimentação envolvidos. O uso da lanterna e da régua contribuiu para tornar conceitos abstratos mais concretos, favorecendo a formação de conhecimentos científicos de forma significativa.

O episódio em questão, envolvendo a aluna Ohana, ilustra a ZDP ao demonstrar como ela, inicialmente, não conseguia diferenciar a camada de argila da água turva de forma autônoma. Com o suporte do professor, que utilizou explicações verbais e a lanterna como recurso didático, Ohana conseguiu superar essa dificuldade, evidenciando a ampliação de sua compreensão científica.

No episódio de ensino 6, além de participarem de uma oficina de compostagem, os alunos foram capacitados para executar um protocolo de monitoramento da compostagem, realizado a partir dos restos de alimentos da cozinha escolar que, de outra forma, seriam descartados como lixo. Durante essa capacitação, foi possível identificar a presença da Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP), evidenciada pelas interações mediadas pelo professor.

O uso de ferramentas e recursos didáticos, como o termômetro e o medidor de pH, desempenhou um papel fundamental no processo de aprendizagem. Esses instrumentos atuaram como mediadores que facilitaram o acesso dos alunos à ZDP, promovendo a apropriação de conceitos científicos. Segundo Vigotski (1991), as ferramentas mediadoras não se limitam a objetos físicos, mas incluem também a linguagem e os signos culturais que orientam o pensamento e a ação. Neste episódio, o professor utilizou esses instrumentos de forma estratégica para apoiar a construção do conhecimento pelos alunos.

Um exemplo claro ocorre quando a aluna Ohana se voluntaria para medir a temperatura da composteira:

Professor: Beleza, galera? Quem vai medir a temperatura primeiro?

Ohana: Deixa eu, professor!

Ohana pega o termômetro e o insere no centro da composteira, observando atentamente:

Ohana: Tá marcando aqui 19 graus. É isso?

O termômetro, nesse contexto, não é apenas um dispositivo de medição, mas uma ferramenta que estabelece a conexão entre o dado empírico (a temperatura) e o conceito científico subjacente, relacionado à atividade microbiana. O professor aproveita o momento para mediar essa relação:

Professor: Tá ok... Essa temperatura indica que os microrganismos estão trabalhando ativamente. Na sexta-feira, quando eu medi, estava 16 graus. Vocês lembram por que isso é importante?

Aqui, o professor não se limita a validar a leitura do instrumento; ele utiliza o resultado para instigar a reflexão sobre o processo biológico envolvido. O termômetro, portanto, torna-se um instrumento para acessar a ZDP, mediando a formação do conceito científico e facilitando a compreensão dos fenômenos de decomposição.

O mesmo ocorre com o uso do medidor de pH:

Professor: Agora, passa o medidor para o Rafael. Vamos agora medir o pH

Rafael, com o aparelho em mãos, realiza a medição e lê o resultado:

Rafael: Aqui diz que o pH está 6,5. Isso é bom?

Mais uma vez, o professor não se limita a confirmar a resposta, mas provoca o raciocínio crítico:

Professor: *Sim, está dentro da faixa ideal. Agora pensem: por que é importante manter o pH nesta faixa mesmo?*

Essa pergunta leva Fernanda a elaborar sua resposta, conectando o conceito de pH à saúde dos organismos decompositores:

Fernanda: *Porque, se o pH ficar muito ácido ou muito básico, as minhocas não conseguem trabalhar direito. Isso atrapalharia a decomposição.*

O medidor de pH, portanto, não serve apenas para obter um número; ele funciona como um ponto de partida para discussões sobre o equilíbrio químico necessário para o funcionamento dos ecossistemas. O professor utiliza o resultado da medição para aprofundar o entendimento dos alunos sobre a importância do pH na atividade biológica.

Além das ferramentas físicas, o próprio diálogo do professor atua como uma ferramenta mediadora para acessar a ZDP. As perguntas abertas, o feedback positivo e as provocações cognitivas funcionam como “pontes” que conectam o conhecimento prévio dos alunos a novos aprendizados. Isso fica evidente quando o professor amplia a discussão para questões ambientais mais amplas:

Professor: *Vimos que a compostagem faz parte de um ambiente equilibrado, que permite o ciclo dos materiais. Por que isso é importante levando para outras áreas do meio ambiente?*

Rafael: *Para o meio ambiente funcionar bem, tudo precisa estar em equilíbrio. É igual o Marquinhos (nome fictício do agroecólogo), não dá para explorar mais do que a natureza consegue repor.*

Nesse momento, o professor usa o tema da compostagem como um “gancho” para promover uma compreensão mais ampla sobre sustentabilidade e equilíbrio ambiental. Isso demonstra como as ferramentas mediadoras, sejam elas instrumentos físicos ou interações verbais, extrapolam o contexto imediato da atividade e estimulam o pensamento crítico dos alunos.

Dessa forma, é possível perceber que o uso de ferramentas presentes no protocolo de monitoramento, como o termômetro e o medidor de pH, aliado a estratégias de mediação pedagógica, contribui significativamente para o desenvolvimento da ZDP dos alunos. Esses recursos facilitam a transição do conhecimento empírico para o científico, promovendo não apenas a compreensão de conceitos específicos, mas também o desenvolvimento de habilidades de pensamento crítico e reflexivo. O papel do professor, enquanto mediador responsável por promover o desenvolvimento da ZDP, é essencial para orientar esse processo,

garantindo que as ferramentas sejam utilizadas de forma significativa e contextualizada no aprendizado dos alunos.

5.3.4. Relação Teoria – Prática

Esta categoria abrange os momentos do episódio de ensino em que os alunos refletiram sobre os conceitos científicos a partir dos experimentos, estabelecendo conexões entre as explicações teóricas e a observação das práticas.

Vigotski (1988) destaca a importância da relação entre teoria e prática no processo de aprendizagem. Para ele, o conhecimento não é algo que o aluno recebe de forma passiva, mas é construído ativamente por meio da interação com o ambiente e com outras pessoas. A teoria e a prática estão intimamente conectadas, pois a teoria, isoladamente, não é suficiente para o desenvolvimento do conhecimento.

Vigotski via a prática como essencial para a aplicação e a experimentação dos conceitos aprendidos, e a teoria como uma forma de dar sentido a essas experiências práticas. A aprendizagem verdadeira ocorre quando o aluno consegue compreender e refletir sobre a prática, ao mesmo tempo em que a teoria ajuda a direcionar e aprofundar essa compreensão. Ele acreditava que a interação social, tanto no contexto teórico quanto prático, era fundamental para o desenvolvimento cognitivo (Salgado *et al.*, 2017).

Abaixo segue a análise dos episódios de ensino que refletem a importância dessa relação Teoria-Prática.

5.3.4.1. Reflexão sobre conceitos científicos aprendidos com base nos experimentos

No episódio de ensino 2, foi possível constatar como a prática experimental foi importante para a formação de conceitos ligados ao papel dos microrganismos na saúde do solo. Após a realização do teste da catalase que verificava qual quadrante possuía o solo com maior quantidade de microrganismos, os alunos discutiam os resultados de cada grupo, buscando responder qual seria o local mais indicado para o plantio. Segue o diálogo:

Professor: E vocês concordam que o quadrante que reagiu mais, no caso o quadrante 2, é o mais indicado?

André: Sim... porque ele tem mais bactérias que são as responsáveis pelos nutrientes da terra.

Esse trecho evidencia o avanço do aluno André na compreensão do conceito estudado, demonstrando como a prática experimental favoreceu a construção do conhecimento

científico. Sob a perspectiva de Vigotski (2001), esse progresso pode ser interpretado como um movimento na zona de desenvolvimento proximal. O experimento funcionou como um elemento mediador, possibilitando que o aluno atribuisse significado aos conceitos científicos de forma contextualizada, saindo do conceito espontâneo e chegando no científico.

Além disso, o experimento proporcionou o diálogo estabelecido entre o professor e o aluno André, evidenciando o papel da linguagem como ferramenta fundamental para o desenvolvimento do pensamento. A verbalização da hipótese do aluno, articulando a presença de bactérias com a fertilidade do solo, revela o processo de internalização do conceito científico, que, segundo Vigotski(2001), ocorre por meio da interação social. Nesse contexto, a prática experimental não apenas proporcionou uma experiência concreta, mas também serviu como um estímulo para o raciocínio reflexivo, permitindo que o aluno construísse um entendimento mais elaborado sobre o papel dos microrganismos na dinâmica do solo.

Na entrevista com os alunos (Apêndice B), ao serem questionados sobre a aula de que mais gostaram, dois dos entrevistados mencionaram a aula citada anteriormente, destacando a experimentação e o uso de equipamentos como fatores determinantes para essa escolha. Nesse contexto, a experimentação atuou como um elo fundamental entre os conceitos teóricos e práticos, permitindo que os alunos coletassem e analisassem os dados da intervenção. Dessa forma, evidencia-se na fala dos estudantes a importância de articular teoria e prática como estratégia para promover maior engajamento e interesse pelo aprendizado.

Essas atividades de experimentação envolvendo materiais laboratoriais e simuladores promoveu o empoderamento científico dos estudantes, que assumiram papéis ativos na coleta e análise de dados. A autonomia na execução de tarefas e a resolução de problemas, como o uso de reagentes e vidrarias no teste da catalase descrito acima, demonstram como a Ciência Cidadã pode transformar os alunos em protagonistas do processo de aprendizagem. Esse empoderamento é essencial para que os discentes percebam sua capacidade de contribuir para a solução de problemas ambientais locais, alinhando-se ao objetivo da Educação Ambiental Sintrópica de formar cidadãos críticos e engajados a uma prática restaurativa (Spazziani, et. al, 2022).

5.3.4.2. Conexão entre as explicações teóricas e a observação prática

No episódio de ensino 3, observa-se, mais uma vez, a importância de trabalhar teoria e prática de forma concomitante. Após o professor de Geografia (convidado da disciplina) explicar as diferenças entre as partículas que compõem o solo e capacitar os alunos para executar o protocolo de análise física do solo coletado, os alunos partiram para a prática. Em

um primeiro momento, essa etapa consistiu em diferenciar o solo sedimentado em um recipiente, mantido em repouso por uma semana, separando-o em argila, silte e areia. Durante a análise conjunta do material no laboratório, o professor e os alunos estabeleceram diversos diálogos sobre as observações realizadas naquele momento.

Com os frascos sobre a mesa, os alunos começaram a identificar as camadas de partículas sedimentadas. Nesse momento, o professor de Geografia toma a palavra e diz:

Professor de Geografia: Prestem atenção aqui, pessoal! Vocês já estão vendo camadas diferentes, não é? Olhem só! Por que vocês acham que este material sedimentou dessa forma após esses dias parado?

Ohana: Pode ser a diferença de peso

Professor de Geografia: Isso... Como as partículas que formam as camadas têm tamanhos e pesos diferentes, elas vão se acomodando no fundo do frasco em níveis distintos. A areia, por ser composta por partículas maiores e mais pesadas, sedimenta primeiro, ocupando o fundo do frasco. Depois, o silte, que tem tamanho e peso intermediários, e, por cima, a argila, que permanece suspensa por mais tempo por possuir partículas mais finas e leves. Dá para observar bem essa divisão. Então vamos lá, continuem analisando conforme o protocolo está pedindo.

Esse episódio evidencia, mais uma vez, a relevância do trabalho concomitante entre teoria e prática, favorecendo a formação de conceitos científicos pelos alunos.

O diálogo entre o professor de Geografia e os alunos demonstra o acesso à zona de desenvolvimento proximal (ZDP) do discente, conceito fundamental na teoria de Vigotski. O professor não apenas apresenta o conceito teórico sobre a sedimentação das partículas do solo, mas também orienta a observação prática, promovendo um ambiente em que o conhecimento teórico é continuamente relacionado à experiência concreta.

A intervenção do professor ao perguntar: “*Por que vocês acham que este material sedimentou dessa forma após esses dias parado?*” cria uma situação de problematização que estimula o pensamento crítico dos alunos. A resposta da aluna Ohana, “*Pode ser a diferença de peso,*” demonstra um esforço inicial para articular a observação prática com a explicação teórica apresentada anteriormente. O professor, ao validar e expandir essa resposta, aprofunda o entendimento do fenômeno, explicando a relação entre o tamanho e o peso das partículas e o processo de sedimentação. Esse processo reflete uma mediação efetiva, em que o professor oferece suporte para que o aluno avance em sua compreensão.

Dessa forma, a prática realizada contribuiu para o desenvolvimento do pensamento científico ao permitir que os alunos visualizassem concretamente as diferenças entre argila,

silte e areia, facilitando a associação entre o fenômeno observado e os conceitos teóricos previamente apresentados. Para Vigotski (2008), a formação de conceitos não ocorre de forma isolada, mas em um processo dinâmico em que o pensamento abstrato e a experiência concreta se complementam.

Portanto, a relação teoria-prática, utilizada na abordagem da Ciência Cidadã, demonstrou, neste episódio de ensino, seu papel fundamental na formação de conceitos científicos. A mediação do professor, o uso do diálogo como ferramenta de construção do conhecimento e a realização da atividade prática criaram condições para que os alunos internalizassem o conceito de sedimentação das partículas do solo, exemplificando a importância da interação social e da prática significativa no processo de aprendizagem, conforme defendido por Vigotski.

5.3.5. Contextualização e Transferência de Conhecimento

Essa categoria é baseada no pensamento Vigotskiano, que enfatiza a aprendizagem em contextos significativos e reais, permitindo que os alunos transfiram o conhecimento adquirido para novas situações (Moysés, 2007). De acordo com essa perspectiva, um conceito é internalizado quando pode ser aplicado em diferentes contextos e situações. Dessa forma, os episódios que se enquadram nessa categoria demonstram como os alunos se apropriam dos conceitos científicos e os utilizam em novos cenários.

5.3.5.1. Aprendizagem em contextos significativos que favorecem a transferência e a aplicação do conhecimento em novas situações

Durante a execução da oficina de compostagem (Episódio de Ensino 6), foi possível observar essa transferência de conhecimento para um novo contexto. Quando o agroecólogo capacitava os alunos na confecção de composteiras, uma das alunas fez uma transposição de contextos ao relacionar compostagem e reciclagem. O trecho a seguir ilustra esse processo:

Agroecólogo: Dentro das composteiras, os microrganismos vão transformar esse material orgânico em material útil para a planta. Eles ‘comem’ os resíduos e produzem nutrientes para as plantas.

Isabela: A compostagem é tipo a reciclagem do lixo da cozinha?

Agroecólogo: Mais ou menos isso... Na verdade, nós não chamamos esse material de lixo. O correto é chamar de alimento, porque se fosse lixo, ele seria descartado. Mas, dito isso, de certa forma, você está certa também... A compostagem pode ser entendida

como uma reciclagem natural, feita pelos próprios componentes da natureza e potencializada por nós.

Nesse diálogo, Isabela transfere um conceito previamente aprendido (reciclagem de lixo) para um novo contexto (compostagem). O agroecólogo – que, na abordagem da Ciência Cidadã, representa o cientista profissional – amplia sua compreensão, explicando que o que chamamos de lixo orgânico é, na verdade, um recurso, que pode ser transformado em adubo por meio da compostagem.

Esse episódio demonstra claramente a reconstrução do conhecimento em um novo contexto, evidenciando a internalização do conceito (Goes; Cruz, 1985).

É importante destacar que essa contextualização esteve acompanhada da interdisciplinaridade promovida pela sequência didática ministrada ao longo do projeto. Conteúdos de diversas áreas, assim como a participação de parceiros nos projetos, trouxeram diferentes perspectivas sobre um mesmo tema. A sustentabilidade ambiental, por exemplo, foi abordada sob diferentes lentes: a Biologia permitiu a explicação dos impactos ambientais; a Matemática foi utilizada para a apresentação e análise de dados ao longo da pesquisa; a Geografia contribuiu para a compreensão do uso do solo; e a História trouxe reflexões sobre práticas passadas e suas influências no presente.

Diferentes autores ressaltam a importância da interdisciplinaridade para potencializar a aprendizagem (Japiassu, 1994; Alves *et al.*, 2019; Magalhães, 2021), destacando que essa abordagem favorece a construção de conhecimentos mais complexos e a compreensão aprofundada dos fenômenos. Ao associar conteúdos de diferentes áreas, os alunos são desafiados a estabelecer conexões entre conceitos, o que amplia sua visão de mundo e facilita a aplicação do conhecimento em contextos reais. Esse desafio também promove um maior engajamento dos estudantes com as ações pedagógicas.

Essa percepção foi corroborada pelo professor parceiro da disciplina. Quando questionado sobre os aspectos positivos da abordagem da Ciência Cidadã, ele destacou a interdisciplinaridade como um dos pontos fortes, pois permitiu que os alunos transitassem entre diferentes áreas do conhecimento, como Biologia, Matemática e Química, ampliando sua compreensão e participação no processo de aprendizagem.

Segundo Japiassu (1994), a interdisciplinaridade desempenha um papel fundamental na aprendizagem, pois possibilita que os alunos compreendam os fenômenos de maneira holística, superando as limitações das disciplinas isoladas. Ao integrar diferentes áreas do conhecimento, essa abordagem favorece a conexão entre os conceitos trabalhados em sala de aula e o mundo real, promovendo uma compreensão mais ampla dos fenômenos naturais.

Além disso, Japiassu ressalta que uma abordagem interdisciplinar permite que os professores promovam uma aprendizagem mais dinâmica, crítica e reflexiva. Dessa forma, a interdisciplinaridade contribui não apenas para o desenvolvimento de conceitos científicos específicos, mas também para a formação de indivíduos mais críticos e preparados para enfrentar os desafios do mundo contemporâneo.

A Ciência Cidadã é, por essência, interdisciplinar, pois envolve a colaboração de cientistas profissionais e cidadãos voluntários, que trazem consigo conhecimentos e práticas de diferentes culturas e áreas do saber para as diversas etapas de sua abordagem (Santos, 2024). Como observado no presente trabalho, essa característica permite que questões ambientais, sociais e científicas sejam tratadas de maneira integrada, unindo campos como Biologia, Matemática, Geografia, Química e até mesmo as Linguagens. Dessa forma, a Ciência Cidadã não apenas promove a democratização do conhecimento, mas também fortalece a aprendizagem interdisciplinar, estimulando a colaboração e o intercâmbio de saberes entre diferentes áreas do conhecimento.

Diante do exposto, fica evidente que a interdisciplinaridade é um elemento essencial para potencializar a aprendizagem e promover uma compreensão mais ampla e integrada dos fenômenos científicos e socioambientais. No contexto da Ciência Cidadã, essa abordagem se mostra ainda mais relevante, pois permite a colaboração entre diferentes áreas do conhecimento, fortalecendo a conexão entre teoria e prática. Além disso, ficou claro que a Ciência Cidadã, dentro de ações desenvolvidas na perspectiva da Educação Antrópica, favoreceu a interdisciplinaridade ao integrar diferentes saberes e promover o engajamento dos participantes em atividades contextualizadas. A interação entre os conhecimentos científicos e os saberes trazidos pelos envolvidos contribuiu para a construção de um aprendizado significativo, que não apenas amplia a compreensão conceitual dos estudantes, mas também estimula uma postura crítica e ativa diante dos desafios contemporâneos. Assim, a interdisciplinaridade e a contextualização, quando trabalhadas em conjunto, tornam-se poderosas ferramentas para a formação de cidadãos mais conscientes, reflexivos e preparados para atuar na sociedade de maneira transformadora.

5.4. A formação da consciência socioambiental

Nesta seção, investigamos a articulação entre os conceitos científicos e socioambientais, analisando de que maneira essa integração contribuiu para a formação de uma consciência ambiental crítica e reflexiva nos alunos. Novamente, as situações

relacionadas a essa temática foram categorizadas, visando elucidar melhor a investigação proposta.

Quadro 11: Articulação entre Conceitos Científicos e Socioambientais

Categoria	Unidade de Registro	Fala ou Descrição da Ação
Reflexão Crítica sobre o Meio Ambiente	Discussões sobre as práticas prejudiciais ao meio ambiente e suas consequências	<i>“Os caras da usina costumam meter fogo na cana sem dó. Será que eles sabem que estão tornando o solo podre?”</i> João: <i>“Também faz a gente pensar em como geramos muito lixo. Se a escola fizesse compostagem de tudo que vai para o lixo, daria para diminuir a quantidade de lixo que vai para o lixão.”</i>

Fonte: O autor (2024)

5.4.1. Reflexão Crítica sobre o Meio Ambiente

Esta categoria foi estabelecida para identificar situações em que os alunos, ao aprenderem conceitos científicos, participaram ativamente de discussões sobre práticas prejudiciais ao meio ambiente e suas consequências, adotando uma abordagem crítica.

Discussões sobre as práticas prejudiciais ao meio ambiente e suas consequências

No Episódio de Ensino 2, cujo objetivo era a análise do solo, os alunos, após a realização do teste da catalase, socializaram seus resultados. Os quatro quadrantes analisados pelos grupos apresentaram diferenças entre si. A interação entre o professor – que, neste caso, assumia o papel de cientista profissional – e os alunos levou à conclusão de que o solo que apresentou maior reação com a água oxigenada era aquele com maior quantidade de microrganismos. Os estudantes compreenderam que esses microrganismos desempenham um papel essencial na fertilidade do solo.

Ao final dessa discussão, um dos alunos demonstrou uma reflexão crítica sobre o impacto ambiental das queimadas. O diálogo a seguir ilustra esse momento:

Professor: Isso mesmo! As bactérias e fungos são responsáveis pela decomposição de matéria orgânica, transformando os resíduos em nutrientes essenciais para as plantas. Um solo com mais bactérias é, portanto, mais rico em nutrientes. É por isso que as queimadas são tão prejudiciais – elas destroem essas bactérias e comprometem a fertilidade do solo.

Vinícius: Os caras da usina costumam meter fogo na cana sem dó. Será que eles sabem que estão tornando o solo podre?

A fala do aluno demonstra uma tomada de consciência ambiental mais crítica, evidenciando que ele conseguiu relacionar o conceito aprendido com uma prática real e problemática. O questionamento de Vinícius sobre as queimadas ilustra como a aprendizagem científica pode se expandir para uma consciência crítica sobre os impactos ambientais, mostrando como o conhecimento adquirido pode ser transferido para contextos mais amplos. Esse tipo de reflexão vai além da simples assimilação do conteúdo, pois indica uma compreensão mais profunda dos impactos ambientais provocados por ações humanas, especialmente por grandes empresas.

A Educação Ambiental na escola desempenha um papel essencial na formação dessa consciência crítica, pois permite que os alunos compreendam as interações entre sociedade e meio ambiente e reflitam sobre suas próprias ações e as de sua comunidade (Tozoni-Reis; Campos, 2014). Ao articular o ensino de conceitos científicos com situações reais, a escola possibilita que os estudantes desenvolvam um olhar mais questionador e responsável, reconhecendo que as escolhas individuais e coletivas têm impactos diretos sobre a sustentabilidade do planeta. Dessa forma, a Educação Ambiental não apenas informa, mas também forma cidadãos engajados na preservação ambiental e na construção de soluções para os desafios ecológicos contemporâneos.

Além disso, essa mudança de percepção pode influenciar o comportamento do aluno fora do ambiente escolar, incentivando-o a atuar como um agente transformador em sua comunidade (Asano, 2017). Ao compartilhar o conhecimento adquirido, ele contribui para a ampliação do alcance da Educação Ambiental, promovendo uma visão mais crítica e consciente sobre as relações entre ciência, sociedade e meio ambiente.

Dessa forma, é necessário refletir sobre a situação para, em seguida, propor soluções para esses problemas socioambientais. Nesse sentido, a Educação Ambiental Sintrópica, vertente adotada neste trabalho, destaca-se por sua abordagem integradora e regenerativa, que vai além da simples conscientização ambiental, promovendo práticas voltadas à restauração dos ecossistemas e ao fortalecimento da relação harmoniosa entre sociedade e natureza. Essa perspectiva estimula os estudantes a compreenderem os desafios ambientais não apenas como problemas isolados, mas como parte de um sistema interconectado, no qual as ações humanas podem resultar tanto em impactos negativos quanto em transformações positivas.

Essa postura reflexiva e crítica pode ser observada na fala do aluno mencionada anteriormente, na qual ele expressa indignação diante da falta de cuidado com o solo. Sua reação evidencia a percepção de que a degradação do solo acarreta consequências severas, incluindo a perda da fertilidade e todos os impactos negativos decorrentes desse processo.

Esse tipo de engajamento demonstra não apenas a assimilação do conhecimento científico, mas também o desenvolvimento de uma consciência ambiental ativa, essencial para a construção de um futuro mais sustentável.

Ao articular ciência, práticas sustentáveis e participação ativa, a Educação Ambiental Sintrópica incentiva os alunos a adotarem uma postura crítica e propositiva diante das questões ambientais. Assim, o inconformismo do aluno não se limita à percepção do problema, mas se traduz em um desejo de transformação e ação concreta, que é um dos pilares dessa abordagem. Dessa maneira, a escola se torna um espaço não apenas de aprendizado teórico, mas também de experimentação e aplicação de soluções que contribuam para a regeneração do meio ambiente e para a construção de comunidades mais sustentáveis.

Já no episódio de ensino 5, durante a fase final da capacitação dos alunos para captarem dados das composteiras, os alunos refletem mais uma vez sobre a importância da compostagem. Em meio a essa discussão, o aluno João levanta um questionamento importante sobre a quantidade de lixo produzida e como a compostagem pode reduzir esse impacto:

João: Também faz a gente pensar em como geramos muito lixo. Se a escola fizesse compostagem de tudo que vai para o lixo, daria para diminuir a quantidade de lixo que vai para o lixão.

Professor: Verdade, João. Mas só lembrando que Araçatuba tem aterro sanitário e não lixão. O aterro agride menos o ambiente, pois os espaços são preparados para receber os resíduos. Mas voltando a falar da compostagem, a ideia é transformar o que seria considerado lixo em um recurso importante, como o adubo. Isso mostra que podemos realizar ações que contribuem para um ambiente equilibrado e sustentável.

Neste trecho do diálogo podemos notar que João demonstra uma tomada de consciência ambiental mais crítica, refletindo sobre a produção excessiva de resíduos e a necessidade de alternativas sustentáveis. O professor, por sua vez, aproveita para aprofundar o conceito, explicando a diferença entre lixão e aterro sanitário. Essa fala, reforçada pela resposta do professor sobre o papel do aterro sanitário, indicou o desenvolvimento de uma visão ampliada sobre a gestão de resíduos e a necessidade de ações sustentáveis em diferentes contextos (Rumenos; Spazziani, 2018).

Ainda neste episódio de ensino, podemos identificar mais um momento de reflexão crítica sobre o meio ambiente, no qual um discente participa de uma discussão sobre os impactos ambientais causados pela exploração excessiva dos recursos naturais. No trecho abaixo, o professor conduz um debate sobre equilíbrio ambiental e consumo desenfreado, estimulando os alunos a relacionarem a compostagem com questões ambientais mais amplas:

Professor: *Pessoal, agora pensando em uma visão mais ampla. Vimos que a compostagem faz parte de um ambiente equilibrado, que permite o ciclo dos materiais. Por que isso é importante levando para outras áreas do meio ambiente?*

Rafael: *Para o meio ambiente funcionar bem, tudo precisa estar em equilíbrio. É igual o Marquinhos (agroecólogo), não dá para explorar mais do que a natureza consegue repor.*

Professor: *Bem demais, Rafael. O consumo desenfreado que vivemos hoje e que leva essa exploração em massa é o responsável pelo colapso ambiental que estamos vivenciando.*

Esse diálogo evidencia uma reflexão crítica por parte do aluno, que transfere o conceito aprendido na aula para um contexto mais amplo, estabelecendo conexões entre ciclo da compostagem, equilíbrio ecológico e sustentabilidade dos recursos naturais.

Além disso, a mediação do professor contribui para a ampliação da consciência ambiental, ao destacar que a superexploração dos recursos está diretamente ligada ao colapso ambiental. Esse tipo de discussão promove uma aprendizagem significativa, incentivando os alunos a adotarem uma postura mais crítica e reflexiva em relação às questões ambientais.

Essa análise indica que a adoção de práticas fundamentadas na Ciência Cidadã e na mediação ativa entre professor e alunos favorece não apenas a compreensão científica, mas também a formação de cidadãos críticos e engajados com a sustentabilidade. A aula demonstrou que a interação social e a valorização dos conhecimentos prévios são pilares para a construção de conceitos científicos significativos e para a promoção de uma consciência ambiental capaz de transformar realidades locais e globais (Vigotski, 1988; Loureiro, 2019).

Esse movimento em direção a uma formação socioambiental mais crítica também foi constatado pelo professor parceiro da disciplina. Ao ser questionado sobre os aspectos que considerou mais relevantes, ele destacou que os alunos discutiam entre si sobre como iriam replicar a prática da compostagem em suas casas. Segundo ele, essa replicação era essencial, especialmente diante dos desafios impostos pelas mudanças climáticas, e poderia ser impulsionada por aulas como aquela, que incentivavam a aplicação prática do conhecimento adquirido no ambiente escolar.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Educação Ambiental e a Ciência Cidadã têm se mostrado estratégias eficazes para fomentar uma sociedade mais consciente e proativa em relação aos desafios ambientais. Embora possuam metodologias diferentes, ambas convergem para um objetivo comum: estimular o conhecimento e a ação cidadã em defesa do meio ambiente.

A vertente Educação Ambiental Sintrópica, usada no atual trabalho, busca criar uma consciência crítica sobre a interação entre sociedade e meio ambiente. Seu propósito é promover práticas sustentáveis e engajar os indivíduos na resolução de problemas ambientais. Mais do que simplesmente transmitir informações sobre questões ecológicas, essa abordagem visa cultivar um sentimento de responsabilidade e pertencimento ao ambiente em que se vive. O foco está na formação de cidadãos informados e éticos, preparados para lidar com os recursos naturais e as comunidades ao seu redor.

Diante disso apresentamos uma discussão que procura responder se um projeto de Educação Ambiental Sintrópica que utiliza a abordagem da Ciência Cidadã para desenvolver suas atividades, pode possibilitar a apropriação e valorização de conhecimentos científicos que contribuam na transformação da relação ser humano, natureza e sociedade.

Para isso, desde o início, buscamos identificar, por meio de oficinas diagnósticas com professores e alunos, as principais demandas ambientais da comunidade escolar. O objetivo foi propor projetos de pesquisa interdisciplinar que pudessem contribuir para a mitigação desses problemas. Tanto a Educação Ambiental Sintrópica quanto a Ciência Cidadã se concentram em questões relevantes da comunidade para orientar suas atividades.

Com base nos resultados da sondagem, foram desenvolvidos dois projetos interdisciplinares de pesquisa. Esses projetos foram criados em parceria com ONGs e instituições de ensino superior, e procuraram ser uma resposta aos problemas ambientais enfrentados pelos agentes escolares.

Os dois projetos de pesquisa interdisciplinares tiveram um impacto significativo na escola. O objetivo de promover a formação científica através de uma projetos de pesquisa de intervenção interdisciplinar visou contribuir para o desenvolvimento de jovens conscientes e responsáveis, capazes de promover atitudes sustentáveis. Nesse contexto, o bom nível de engajamento dos alunos nas atividades propostas demonstra que as iniciativas foram bem recebidas e eficazes, demonstrando a importância de realizar um levantamento prévio da demanda ambiental da comunidade para propor atividades na temática ambiental.

Os projetos também desempenharam um papel crucial na elaboração e implementação de protocolos para a abordagem da Ciência Cidadã, além de contribuir para a criação de uma sequência didática focada na formação socioambiental dentro do processo educativo. Com base nessas informações, foi proposta a criação de uma disciplina eletiva dedicada à formação socioambiental. Esta nova disciplina visou incorporar os avanços obtidos do projeto desenvolvido e aplicar uma sequência didática sobre questões ambientais utilizando a integração da Educação Ambiental Sintrópica com a abordagem da Ciência Cidadã.

A disciplina criada foi ministrada como uma disciplina eletiva para alunos de uma escola de ensino integral, pertencentes aos oitavos e nonos anos da unidade escolar investigada, e os processos de ensino e aprendizagem presentes no desenvolvimento dessa disciplina foram analisados a luz da teoria Vigotskiana.

Os resultados do estudo corroboram a proposta da Educação Ambiental Sintrópica (EAS) ao adotar a Ciência Cidadã como um de seus eixos, especialmente no que se refere à implementação das estratégias indicadas para sua execução. Essas estratégias envolvem a inserção das etapas fundamentais da Ciência Cidadã: escolha da questão de pesquisa, desenvolvimento dos protocolos, capacitação dos voluntários, coleta, análise e validação dos dados, e socialização dos resultados.

Observamos que cada uma dessas etapas contribuiu significativamente para a formação socioambiental dos alunos. A escolha da questão de pesquisa, realizada em conjunto com a comunidade escolar, promoveu um senso de pertencimento e apropriação das problemáticas apresentadas pelos estudantes, incentivando seu engajamento nas atividades propostas. A capacitação dos alunos como cientistas cidadãos possibilitou a apropriação de habilidades e conceitos científicos relacionados aos conteúdos curriculares, além de estimular a participação ativa nas atividades conduzidas pelo docente.

A criação de protocolos possibilitou aos pesquisadores desenvolverem estratégias e ferramentas acessíveis à comunidade escolar, tornando-as prontas para aplicação. Durante as etapas de coleta, análise e validação dos dados, os alunos interagiram tanto com seus pares quanto com cientistas profissionais, representados ora pelos professores, ora pelos cientistas voluntários. Essas interações não apenas promoveram mediações essenciais para a construção do conhecimento científico, mas também evidenciaram que a aprendizagem desses conceitos contribuiu significativamente para o desenvolvimento de uma consciência ambiental crítica entre os estudantes.

Por fim, a socialização dos resultados favoreceu a interação entre os alunos, estimulando debates sobre os achados da pesquisa. Esse processo possibilitou a construção de consensos e contrapontos, estabelecendo um ambiente propício à aprendizagem colaborativa.

A abordagem da Ciência Cidadã não apenas facilitou a compreensão dos conceitos científicos abordados, mas também promoveu o desenvolvimento de uma consciência ambiental mais crítica. Além disso, a abordagem favoreceu as interações sociais, um aspecto fundamental valorizado por Vigotski, ao criar um ambiente colaborativo onde os alunos puderam discutir e construir conhecimento de forma conjunta. O engajamento dos estudantes nas atividades propostas e a aplicação prática dos conceitos sugerem que a integração da Ciência Cidadã na formação educacional teve um impacto positivo, estimulando um aprendizado mais profundo e uma postura mais reflexiva em relação às questões ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFANO, Bruno. **Qualidade e baixos salários são os principais problemas da educação no país para os brasileiros**. Oglobo.globo.com [online]. Rio de Janeiro, 4 nov.2022. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/politica/tem-solucao/noticia/2022/09/qualidade-e-baixos-salarios-sao-os-principais-problemas-da-educacao-no-pais-para-os-brasileiros.ghhtml>. Acesso em 12/07/2024
- ALVES, Fábila Alexandra Pottes *et al.* A interdisciplinaridade como estratégia de ensino e aprendizagem. **Rev. Enferm. UFPE on line**, p. [1-8], 2019.
- ARAÚJO, Waldirene Pereira; RAMOS, Luiz Paulo Silva. Metodologias ativas no ensino de Ciências: desafios e possibilidades na prática docente. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 1, p.15-20, 2023.
- ASANO, Juliete Gomes Póss; DE SOUZA POLETTTO, Rodrigo. Educação ambiental: em busca de uma sociedade sustentável, e os desafios enfrentados nas escolas. **Caderno Pedagógico**, v. 14, n. 1, 2017.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo** (Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro). 3ª reimp. da 1ª ed. de 2016. Lisboa: Edições, v. 70, 2016.
- BEREZUK, Paulo Augusto; INADA, Paulo. Avaliação dos laboratórios de ciências e biologia das escolas públicas e particulares de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Human and Social Sciences**, v. 32, n. 2, p. 207-215, 2010.
- BOF, Alvana Maria; CASEIRO, Luiz Zalaf; MUNDIM, Fabiano Cavalcanti. Carência de professores na educação básica. **Cadernos de Estudos e Pesquisas em Políticas Educacionais**, v. 9, 2023.
- BONNEY, R., COOPER, C. B., DICKINSON, J., KELLING, S., PHILLIPS, T., ROSENBERG, K. V., & SHIRK, J. Citizen science: A developing tool for expanding science knowledge and scientific literacy. **BioScience**, 66(1), 77-85, 2016.
- BONNEY, R.; BALLARD, H.; JORDAN, R.; MCCALLIE, E.; PHILIPS, T.; SHIRK, J.; WILDERMAN, C. Public Participation in Scientific Research: Defining the Field and Assessing its Potential for Informal Science Education. A CAISE Inquiry Group Report. **Online Submission**, 2009.
- BORGES, Leonardo Alfaiate Ferreira *et al.* Horta escolar como estratégia para o desenvolvimento de uma educação ambiental crítica. 2024.
- BRANCO, Emerson Pereira *et al.* O ensino de ciências no Brasil: dilemas e desafios contemporâneos. **Revista Valore**, v. 3, p. 714-725, 2018.
- BRANDÃO, Sabrina; BOITA, Taise Raquel. A educação ambiental na educação infantil: uma análise do documento de orientação curricular da AMOSC. 2021.
- BRASIL, Site do Mec, 2013. Um pouco da história da Educação Ambiental no Brasil. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/secad/arquivos/pdf/educacaoambiental/historia.pdf>. Acesso em: 22 de abril de 2024.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2021. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 30 jul. de 2021.

BRASIL. **Lei 9.795**, de 27 de abril de 1999. Dispõe sobre Educação Ambiental e institui a Política Nacional de Educação Ambiental, e dá outras providências. DOU 28.04.1999.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2023. **Divulgados os resultados do Pisa 2022**. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/acoes-internacionais/divulgados-os-resultados-do-pisa-2022>. Acesso em 16/07/2024.

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2023. **Dia do Professor: Pesquisas do Inep traçam perfil de docentes**. Brasília. Disponível em: <https://www.gov.br/inep/pt-br/assuntos/noticias/institucional/dia-do-professor-pesquisas-do-inep-tracam-perfil-de-docentes>. Acesso em 09/07/2024

BRASIL. Ministério da Educação. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira, 2019. **Números revelam deficiências das escolas de ensino médio**. Brasília. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/ultimas-noticias/33541-censo-escolar/73311-numeros-revelam-deficiencias-das-escolas-de-ensino-medio>. Acesso em 04/07/2024

BRÜSEKE, Franz Josef. O problema do desenvolvimento sustentável. **Desenvolvimento e natureza: estudos para uma sociedade sustentável**, v. 2, p. 29-40, 1994.

CAMARGO, Daniel Renaud; SÁNCHEZ, Celso. Ciência popular do sertão mineiro e educação ambiental de base comunitária: saberes locais como pontos de partida para a contextualização de propostas educativas no Vale do Jequitinhonha. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, v. 26, n. 1, p. 217-250, 2021.

CARVALHO, I. M. C.; Diniz, R. L. **Educação ambiental e práticas pedagógicas: Conexões e desafios**. São Paulo: Editora XYZ, 2018.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico. São Paulo: Cortez, 2001.

CARVALHO, Isabel Cristina de Moura. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2012.

CARVALHO, Tassiana Fernanda Genzini de. **A comunicação científica em museus de ciência e o papel do mediador**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo, 2012.

CASTRO SILVA, Giovanna *et al.* AÇÕES DE EXTENSÃO NA PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL, USANDO O MUSEU MUNDO LIVRE DE CIÊNCIAS AMBIENTAIS NAS ESCOLAS DA CIDADE DE FORTALEZA/CE. **Educação Ambiental no ambiente escolar**, p. 31, 2020.

CITIZEN SCIENCE CENTRAL. **What is this, “Citizen Science”?**, 2013. Disponível em: <<http://www.birds.cornell.edu/citscitoolkit/about/SYNTHESIS%20Defining%20Citizen%20Science.pdf>>. Acesso em: 22 ago 2018.

COLOMBO, Silmara Regina. A Educação Ambiental como instrumento na formação da cidadania. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 67-75, 2014.

CONRAD, Cathy C.; HILCHEY, Krista G. A review of citizen science and community-based environmental monitoring: issues and opportunities. **Environmental monitoring and assessment**, v. 176, p. 273-291, 2011.

CUNHA, Lorena Ribeiro. **A Educação Ambiental na escola: um olhar sobre projetos desenvolvidos em algumas escolas públicas de Araguari/MG**. 2017.

CUNHA, Lorena Ribeiro; JÚNIOR, Melchior José Tavares. A Educação Ambiental na Escola: Um olhar sobre projetos desenvolvidos em algumas escolas públicas de Araguari/Minas Gerais. **Educação Ambiental em Ação**, v. 17, n. 65, 2018.

DA SILVA, Maria Jacqueline; DE MIRANDA, Marcelo Henrique Gonçalves. A etnomatemática como alternativa às metodologias de docentes que ensinam matemática em escolas do campo. **Ensino da Matemática em Debate**, v. 7, n. 2, p. 56-81, 2020.

DA SILVA, Natália Vivian *et al.* Metodologias ativas de educação ambiental na conservação de *Bradypus variegatus* (SCHINZ, 1825) em zoológico. In: CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, VII. 2020. **Anais**. Maceió: Editora Realize, 2017. Disponível em: https://www.editorarealize.com.br/editora/anais/conedu/2020/TRABALHO_EV140_MD4_SA14_ID2408_01092020123705.pdf. Acesso em: 25 nov. 2024.

DE AGUIAR, Wanda Maria Junqueira; MAGALHÃES, Luciana de Oliveira Rocha; DE CARVALHO, Maria Vilani Cosme. A pesquisa intervenção mediando o processo de superação dos impactos da pandemia na educação básica. **Educação**, p. e131/1-25, 2023.

DE ALMEIDA, Maria José Monteiro Pereira. Discurso pedagógico e formação de professores das ciências da natureza: foco no professor de física. Alexandria: revista de educação em ciência e tecnologia, v. 5, n. 2, p. 29-41, 2012.

DE JESUS PEREIRA, Alexandre. Interdisciplinaridade e suas contribuições nos processos de ensino e aprendizagem. **Revista Valore**, v. 8, 2023.

DE OLIVEIRA, Terezinha Marisa Ribeiro; AMARAL; Carmem Lúcia Costa. Ações para minimizar a fragmentação da Educação Ambiental em uma escola pública paulista. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v.15, n.3, p.297-314, 2020.

DECLARAÇÃO, DE ESTOCOLMO SOBRE O MEIO AMBIENTE HUMANO (1972). MAZ- ZUOLI, Valerio de Oliveira (org.). **Coletânea de Direito Internacional, Constituição Federal**, v. 10, p. 1133-1137, 2015.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. Ensino de ciências:fundamentos e métodos. 3 ed. São Paulo: Cortez, 2009.

DICKERSON, Kress. Integrating citizen science and education for biodiversity monitoring and environmental awareness. **Ecology and Society**, 25(2), 1-14, 2020.

DO LAGO, WASHINGTON LUIZ ALVES; DE ARAÚJO, Joniel Mendes; SILVA, Luciana Barboza. Interdisciplinaridade e ensino de ciências: perspectivas e aspirações atuais do ensino. *Saberes: Revista interdisciplinar de Filosofia e Educação*, n. 11, 2015.

DORO, João Lucas Piubeli; DE LOURDES SPAZZIANI, Maria. A Consciência Socioambiental para a Psicologia Histórico Cultural e a Educação Ambiental Crítica. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, v. 18, n. 1, 2022.

ESCOBAR, Cristiane Tonetto *et al.* Educação Ambiental nas Escolas: Desafios e Práticas Inovadoras. **Aracê Direitos Humanos Em Revista**, v. 6, n. 3, p. 5297-5311, 2024.

FINGER, Isadora; BEDIN, Everton. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 2, n. 1, p. 8-24, 2019.

FREIRE, Paulo *et al.* **A importância do ato de ler**. 2003.

FREIRE, Paulo. **A educação na cidade**. São Paulo: Cortez. 1985

FREIRE, Paulo. **Educação como prática da liberdade**. Editora Paz e terra, 2014.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia**: saberes necessários à prática educativa. Editora Paz e terra, 2014.

FREITAS, Ieda Maria Duval de. Inovações e recorrências na matriz discursiva do Tratado de Educação Ambiental para sociedades sustentáveis e responsabilidade global (entre a ECO-92 e a RIO+ 20). 2017.

GAMA, Suzany Evelyn de Souza. **Educação Ambiental no Ensino Fundamental**: dificuldades, desafios, recursos didáticos e percepções. 2020.

GATTI, Bernadetti Angelina. Formação de professores no Brasil: características e problemas. **Educação e Sociedade**, 34(123), 1355-1379, 2013.

GIL, Antônio Carlos. **Métodos e técnicas da pesquisa social**. 6 ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GÓES, Maria Cecília Rafael; CRUZ, Maria Nazaré. Sentido, significado e conceito: notas sobre as contribuições de Lev Vigotski. *Pro-posições*, v. 17, n. 2, p. 31-45, 2006.

GUIMARÃES, Mauro. **A formação de educadores ambientais**. Campinas: Papirus, 2004.

GUIMARÃES, Mauro. **Educação ambiental**: abordagens múltiplas. Campinas: Papirus, 2007.

GUIMARÃES, Mauro; GRANIER, Noeli Borek. Educação ambiental e os processos formativos em tempos de crise. **Revista Diálogo Educacional**, v. 17, n. 55, p. 1574-1597, 2017.

IRWIN, A. **Citizen Science**. Londres: Routledge, 1995.

JACOBI, Pedro. **Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade**. Cadernos de Pesquisa, v. 118, p. 189-205, 2003.

JAPIASSU, Hilton. A questão da interdisciplinaridade. **Seminário internacional sobre reestruturação curricular**, v. 1, p. 1-5, 1994.

KRÜGER, Vanessa Andressa Alves; HILGERT-MOREIRA, Suzane Both. As contribuições das metodologias ativas no Ensino de Ciências para o processo de ensino e aprendizagem. **Revista Educar Mais**, v. 7, p. 723-738, 2023

LEV VIGOTSKI ARCHIVE: **the problem of the cultural development of the child**. In: Encyclopedia of Marxism. Fremont, 1999. Disponível em: <http://www.marxists.org/archive/Vigotski/works/1929/cultural_development.htm>. Acesso em: 07 nov. 2018.

LIBÂNEO, José Carlos. Formação de professores e didática para desenvolvimento humano. **Educação & Realidade**, v. 40, p. 629-650, 2015.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental crítica: Fundamentos e práticas**. Rio de Janeiro: Editora ABC, 2019.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Educar, participar e transformar em educação ambiental. **Revista brasileira de educação ambiental**, v. 1, n. 0, p. 13-70, 2004.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. Questões ontológicas e metodológicas da educação ambiental crítica no capitalismo contemporâneo **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 36, n. 1, p. 79-95, 2019.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo.; CUNHA, Cláudia Conceição. Educação ambiental e gestão participativa de unidades de conservação. **Revista Práxis**, v. 1, p. 35-42, 2008.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental: Fundamentos históricos, teóricos e metodológicos**. Cortez Editora, 2019.

LOUREIRO, Carlos Frederico Bernardo. **Educação ambiental e cidadania: dimensões teóricas e práticas**. São Paulo: Cortez, 2006.

LOUREIRO, Carlos Frederico *et al.* **Educação ambiental: dialogando com Paulo Freire**. Cortez Editora, 2016.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1994.

MACHADO, Cimara Corrêa *et al.* A agenda 21 como um dos dispositivos da educação ambiental. Ambiente & Educação: **Revista de Educação Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 99-110, 2007.

MAGALHÃES, Daniel Franz Reich. Interdisciplinaridade e aprendizagem baseada em problemas (ABP): uma breve revisão bibliográfica. 2021.

MAMEDE, Simone; BENITES, Maristela; ALHO, Cleber José Rodrigues. Ciência cidadã e sua contribuição na proteção e conservação da biodiversidade na reserva da biosfera do Pantanal. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, v. 12, n. 4, p. 153-164, 2017.

MARCZWSKI, Maurício. Avaliação da percepção ambiental em uma população de estudantes do ensino fundamental de uma escola municipal rural: um estudo de caso. 2006.

MARTINS, LÍGIA MÁRCIA. Implicações Pedagógicas da Escola de Vigotski: Algumas considerações. **Vigotski e a Escola Atual: fundamentos teóricos e implicações pedagógicas**. 2.ed. Cultura Acadêmica, 2010.

MARX, K.; ENGELS, F. **A ideologia alemã**. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

MARXIST INTERNET ARCHIVE. **Base de dados**. Disponível em: <<http://www.marxists.org/portugues/biblioteca.htm> > . Acesso em: 10 nov. 2018.

MELAZO, Guilherme Coelho. Percepção ambiental e educação ambiental: uma reflexão sobre as relações interpessoais e ambientais no espaço urbano. **Olhares & Trilhas**, v. 6, n. 1, 2005.

MENDONÇA, Erica Toledo de *et al.* Paradigmas e tendências do ensino universitário: a metodologia da pesquisa-ação como estratégia de formação docente. **Interface-Comunicação, Saúde, Educação**, v. 19, p. 373-386, 2015.

GASPAR, Marco Antonio. **Teorias de aprendizagem**. São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1998.

MOREIRA, Marco Antônio. Ensino de Física no Século XXI: desafios e equívocos. **Revista do Professor de Física**, v. 2, n. 3, p. 80-94, 2018.

MOREIRA, Marco Antônio. **Teoria da Aprendizagem** – 2.ed. ampl.-São Paulo:EPU,2011

MOYSÉS, Lucia. **Aplicações de Vigotski à educação matemática**. Papyrus Editora, 2015.

NATIONAL WEATHER SERVICE UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE.Cooperative Observer Program (COOP). Disponível em: <https://www.weather.gov/coop/overview>. Acesso em: 27 mar. 2024.

OLIVEIRA, Élidea e Moreno, Ana. **Países no topo do Pisa dão aos alunos oportunidades iguais e valorizam professores, diz analista da OCDE**. Globo.com [online]. São Paulo, 5 dez.2019. Disponível em: <https://g1.globo.com/educacao/noticia/2019/12/05/paises-no-topo-do-pisa-dao-aos-alunos-oportunidades-iguais-e-valorizam-professores-diz-analista-da-ocde.ghtml>. Acesso em 16/07/2024

ORMEZZANO, Graciela; POMA, Silviani Teixeira. Educação socioambiental, imaginário e artes visuais. **Educação. Santa Maria**, p. 219-231, 2013.

PACHECO, Jailson *et al.* Ciência Cidadã e a Educação Básica: Uma revisão bibliográfica sobre a Ciência Cidadã, suas tipologias e relações com o Ensino de Ciências. **Boletim do Museu Integrado de Roraima (Online)**, v. 15, n. 1, p. 70-95, 2023.

PAOLI, Thiago. A percepção ambiental no currículo e ensino de Biologia de escolas da rede pública do Estado de São Paulo. 2019.

PINTO, Robert Allyson Cavalcante; DE SOUZA, Rodrigo Nonamor Pereira Mariano. GeoGebra como andaime: uma experiência na resolução de problemas de Geometria. **Remat: Revista Eletrônica da Matemática**, v. 7, n. 1, p. e2002-e2002, 2021.

QUINTAS, José Silva. Educação no processo de gestão ambiental: uma proposta de educação ambiental transformadora e emancipatória. **Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente**, v. 156, p. 113-140, 2004.

REIGOTA, M. **Educação ambiental: Teoria e prática**. São Paulo: Cortez, 2009.

RIESCH, Hauke; POTTER, Clive. Citizen science as seen by scientists: Methodological, epistemological and ethical dimensions. **Public understanding of science**, v. 23, n. 1, p. 107-120, 2014.

RODRIGUES, Heliana de Barros Conde; SOUZA, Vera Lúcia Batista de. A análise institucional e a profissionalização do psicólogo. **Análise institucional no Brasil**, v. 2, p. 27-45, 1987.

RUFINO, Bianca; CRISPIM, Cristina. Breve resgate histórico da Educação Ambiental no Brasil e no mundo. In: **VI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental Porto Alegre/RS–23 a. 2015**.

RUMENOS, Nijima Novello, SPAZZIANI, Maria de Lourdes; Mesquita, Aline Praxedes; Paes, Rafaela; Veríssimo, Aline I. Pesquisa-ação na formação socioambiental de agentes ambientais de cooperativa de reciclagem. **Revista Estreia Diálogos**, Vol. 3, No.2, 2018. (P.20 a 25)

RUMENOS, Nijima Novello; DE LOURDES SPAZZIANI, Maria. Ciência-cidadã e Educação Ambiental: cursos de formação e estímulo ao voluntariado em um Parque Nacional. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 37, n. 1, p. 127-144, 2020.

RUPPENTHAL, Raquel; DOS SANTOS, Tatiana Linhares; PRATI, Tatiana Valesca. A utilização de mídias e TICs nas aulas de Biologia: como explorá-las. **Cadernos do Aplicação**, v. 24, n. 2, 2011.

SÁ-CHAVES, I. . **Portfólios Reflexivos, Estratégias de Formação e de Supervisão**. Dissertação (Mestrado em Ciências da Educação) – Universidade de Lisboa. Lisboa, 2009. 240 f.

SALGADO SILVA, Rafael *et al.* Por que o branco parece estar aceso? Experimentação investigativa a partir da teoria da atividade. **Enseñanza de las ciencias**, n. Extra, p. 5395-5400, 2017.

SANTINELO, Paulo Cesar Canato; ROYER, Marcia Regina; ZANATTA, Shalimar Calegari. A Educação ambiental no contexto preliminar da base nacional comum curricular. **Pedagogia em Foco**, v. 11, n. 6, p. 104-115, 2016.

SANTOS, Lorena Nascimento *et al.* Diálogos entre a ciência cidadã e a educação ambiental. **REMEA-Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, v. 41, n. 2, p. 209-228, 2024.

SANTOS, W. L. P. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções, princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, São Paulo, v. 12, n. 36, set/dez. 2007.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Educação do Estado de São Paulo. **Currículo Paulista**. São Paulo: Seduc/SP, 2019. Disponível em: <https://efape.educacao.sp.gov.br/curriculopaulista/> . Acesso em: 23 set. 2024.

SAUVÉ, L. (2005). Uma cartografia das correntes em educação ambiental. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, 20(4), 43-64.

SEIXAS, R. H.; CALABRÓ, L.; SOUSA, D. O. A Formação de professores e os desafios de ensinar Ciências. **Revista Thema**, v. 14, n. 1, p. 289-303, 2017.

SOBRINHO, Osleane Patricia Gonçalves Pereira; ZANON, Angela Maria. Dos sentidos à abordagem integradora da Educação Ambiental no contexto formal de ensino. *Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental*, v. 21, n. 1, p. 94-110, 2016.

SORRENTINO, M.; TRAJBER, R.; MENDONÇA, P.; JUNIOR, L. A. F. Educação ambiental como política pública. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 02, p. 285-299, mai./ago. 2005.

SORRENTINO, Marcos *et al.* Educação ambiental como política pública. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 02, p. 287-299, 2005.

SPAZZIANI, M. L. Ambientalização da Universidade: Desafios e aprendizagens da sustentabilidade em uma universidade. **Tese de Livre Docência**. Botucatu: Unesp, 2017b.

SPAZZIANI, M.L. Ensino Superior Público: Ponto de inflexão- o atendimento e valorização do ensino público, gratuito e de qualidade. **Unesp Ciência**. São Paulo, p.28 – 33, 2017a)

SPAZZIANI, Maria de Lourdes *et al.* Educação ambiental sintrópica: ensaios para o futuro. 2022.

SPAZZIANI, Maria De Lourdes; RUMENOS, Nijima Novello; THOMÉ, Igor Miras. Educação Ambiental e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente: possíveis interlocuções. **Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online)**, v. 12, n. 1, p. 229-251, 2022.

TANNOUS, Simone; GARCIA, Anice. Histórico e evolução da educação ambiental, através dos tratados internacionais sobre o meio ambiente. **Nucleus**, v. 5, n. 2, p. 1-14, 2008.

TORALES, M. A. A inserção da educação ambiental nos currículos escolares e o papel dos professores: da ação escolar à ação educativo-comunitária como compromisso político-pedagógico. **Revista Eletrônica do Mestrado em Educação Ambiental**, volume especial, p.1-17, 2013.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em revista**, p. 145-162, 2014.

TOZONI-REIS, Marília Freitas de Campos; CAMPOS, Luciana Maria Lunardi. Educação ambiental escolar, formação humana e formação de professores: articulações necessárias. **Educar em revista**, p. 145-162, 2014.

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

UNESCO IV, Série Debates; DE CIÊNCIAS, Ensino. O Futuro em Risco. **Organização das Nações Unidas para a Educação a Ciência e a Cultura**, 2005.

VICKERY, Anitra. **Aprendizagem ativa nos anos iniciais do ensino fundamental**. Penso Editora, 2016.

VIECHENESKI, J. P.; LORENZETTI, L.; CARLETTO, M. R. Desafios e práticas para o ensino de Ciências e alfabetização científica nos anos iniciais do ensino fundamental. **Atos de Pesquisa em Educação**, v. 7, n. 3, p. 853-876, 2012.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: O desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Martins Fontes, 2008

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

VIGOTSKI, L. S. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos superiores**. 2. Ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1988. 168 p.

VIGOTSKI, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **La formación social de la mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1991.p.25

VIGOTSKI, L. S. **Obras escogidas** (Vol.3). Madrid: Visor. 1996.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2000.

VIGOTSKI, L. S. **A Construção do Pensamento e da Linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VIGOTSKI, L. S. **Imaginação e criação na infância**. São Paulo: Ática, p. 16, 2009.

VIGOTSKI, L. S. **O problema da consciência**. Teoria e método em psicologia, p. 171-189, 2004.

WIKIPÉDIA. **Araçatuba**. Disponível em: <https://es.wikipedia.org/wiki/Ara%C3%A7atuba>. Acesso em 15/06/2025

APÊNDICES

Apêndice A – Episódios de Ensino na íntegra

A primeira aula, descrita a seguir, tem o objetivo de contextualizar o início da disciplina eletiva, destacando as estratégias e abordagens pedagógicas adotadas para engajar os alunos. Os quatro episódios de ensino a seguir são aqueles que contemplaram todas as fases da Ciência Cidadã e que se mostraram mais significativos para os objetivos da atual pesquisa.

Episódio de Ensino 1

A primeira aula da eletiva analisada nesta seção ocorreu no dia de agosto de 2023, das 7h às 8h40. Apesar de não conter o protocolo da Ciência Cidadã, foi importante sua análise para captar as primeiras percepções dos alunos sobre o tema. O objetivo principal desse encontro era apresentar a estrutura e o funcionamento da disciplina para os discentes, além de recolher e estabelecer o primeiro contato com os alunos sobre a temática socioambiental.

Entretanto, antes de iniciar as apresentações propriamente ditas, foi aplicado um pré-teste sendo este um questionário físico com 20 itens para mensurar a percepção dos alunos sobre meio ambiente, segurança alimentar e ciência.

Após recolher os questionários, os professores responsáveis pela disciplina iniciaram o diálogo com os alunos. O objetivo era sensibilizar os discentes para a necessidade de criar um espaço agroflorestal na escola para produção de alimentos orgânicos a partir de uma área degradada na escola.

A aula foi gravada na íntegra em vídeo, com algumas partes transcritas e outras descritas a seguir.

Professor: Hoje vamos explorar como transformar uma área degradada em uma área de cultivo. Alguém sabe quantas pessoas no mundo passam fome?

Os alunos trocaram olhares e algumas mãos se levantaram. Fernanda foi a primeira a responder.

Fernanda: Muitas pessoas, professor!

Professor: Isso mesmo. E um dos principais motivos para a fome no mundo é a destruição do solo. Quando o solo é degradado e não é bem tratado, não conseguimos produzir alimentos suficientes. Então, como podemos recuperar uma área degradada?

Diogo: Precisamos analisar e tratar o solo.

João: Além disso, devemos adubar a área e plantar várias árvores.

Professor: *Exato! Falando em adubação, que tipo de adubo podemos usar?*

Diogo: *Podemos usar adubo orgânico.*

Professor: *Do que é feito esse adubo?*

André: *Vem da composteira.*

Professor: *Perfeito. Mas será que só temos adubo orgânico disponível?*

André: *Não, também há adubo químico.*

Professor: *Gabriel, você pode explicar o que é agrotóxico?*

Gabriel: *É aquela substância que usamos para combater as pragas nas plantas.*

Nayara: *Sim, é uma substância aplicada para proteger as plantas de insetos e doenças.*

Professor: *O agrotóxico pode causar algum mal?*

Nayara: *Pode poluir o ar.*

Fernanda: *Também pode causar envelhecimento precoce.*

Rafael: *E até câncer e queda de cabelo.*

Professor: *Então, é possível produzir alimentos sem usar agrotóxicos?*

André: *Sim, através da Agrofloresta.*

Professor: *Como chamamos os alimentos produzidos sem agrotóxicos?*

André: *Orgânicos.*

Professor: *Muito bem. E quanto ao adubo químico, ele pode trazer prejuízos?*

Roberval: *Pode causar a degradação do solo*

Professor: *Exatamente. Vamos tentar produzir alimentos sem agrotóxicos e sem adubo químico. Vamos usar as técnicas da Agrofloresta para cultivar em harmonia com a natureza e com os seres vivos.*

Professor: *Alguém aqui tem uma horta em casa?*

Nayara: *Minha família cultiva temperos*

Melissa: *Meu pai cultiva mandioca, mamão, abacate e mexerica.*

Professor: *Você ajuda, não é?*

Melissa: *Sim, nos finais de semana*

Professor: *Ótimo! Com os conceitos que vocês aprenderão aqui, verão que é possível cultivar alimentos de forma sustentável em casa. Agora, vou passar algumas orientações de como será o procedimento na horta e dicas de segurança para o trabalho agrícola. Em seguida, vou mostrar um vídeo sobre o que é Agrofloresta, apresentado por Ernst Götsch.*

Após o término do vídeo, o professor apresentou a abordagem da Ciência Cidadã, discutindo suas premissas e etapas, e mostrando projetos que usam essa abordagem no Brasil e no mundo. Além disso, foi informado aos alunos que as premissas da Ciência Cidadã estariam presentes em etapas do desenvolvimento da eletiva.

Ao final do encontro foi apresentado o cronograma da disciplina e entregue uma autorização destinada aos pais dos alunos para que os discentes pudessem participar da atual pesquisa (Anexo D).

Episódio de ensino 2

A aula analisada ocorreu no dia 25 de agosto, das 7h às 8h40. Foi o segundo encontro com os alunos dessa eletiva, que tinha como tema “Saúde do Solo”. O principal objetivo era levar os alunos a analisarem a qualidade do solo onde seria implementada a agrofloresta.

Iniciamos a aula lembrando a discussão da aula anterior e lembrando que tínhamos como produto dessa discussão a proposta de implementar uma horta agroflorestal e que iríamos usar a abordagem da Ciência Cidadã para auxiliar-nos nesse processo.

Após a lembrança das perguntas referidas, informamos aos alunos que o primeiro passo para realizar a implementação de uma agrofloresta era analisar a saúde do solo em questão. Então lançamos a seguinte pergunta:

Professor: *Como está a saúde do solo da nossa futura horta?*

Como não houve resposta, aproveitamos para explicar que o conceito de solo saudável é ser ele fértil. Após essa explanação, apresentamos as três análises que iriam ser realizadas com o objetivo de mensurar a saúde do solo. São elas: a análise biológica, física e química.

Após apresentadas os três tipos de análise, o docente então informou aos alunos que naquele dia eles fariam a análise biológica do solo em questão. O professor, mais uma vez,

relembrou que em todas as etapas da construção da horta eles utilizariam a abordagem da Ciência Cidadã para guiar o trabalho em questão, conforme já discutido na aula inaugural.

Em seguida, o professor apresentou o protocolo (figura 8) a ser trabalhado para realizar a análise biológica e explicou que isso seria o roteiro a ser seguido para a coleta e registro de dados. Segue o protocolo trabalhado.

Quadro 1: Protocolo referente a análise macrobiológica

ANÁLISE BIOLÓGICA DO SOLO	
Coletores::	
Data	
Grupo:	
Hora da coleta:	
Número do Quadrante:	
<i>Análise Macro</i>	
1. Com o auxílio da lupa e do manual fornecido, faça a identificação dos animais presentes no solo analisado e assinale abaixo:	
Formiga ():	Quantidade:
Minhoca ():	Quantidade:
Ácaros ():	Quantidade:
Aranhas ():	Quantidade:
Piolho-de-Cobra ():	Quantidade:
Tatuzinho-de-Jardim ():	Quantidade:
Lacraia ():	Quantidade:
Tesourinha ()	Quantidade:
Outros ()	Quantidade:
Nenhum animal encontrado ()	
2. Vestígios de seres vivos? _____	
() Sim () Não.	Quais?

Fonte: O autor (2023)

Antes de entregar o documento referido e começar a capacitação dos alunos para execução dos protocolos, o docente separou os alunos em quatro grupos. A formação dos integrantes dos grupos se deu pela escolha dos próprios alunos, formando equipes com representantes de salas e sexos diferentes.

Formado os grupos, o professor iniciou a leitura do protocolo visando a capacitação dos alunos para a coleta de dados. O primeiro ponto que o docente chamou a atenção foi sobre o título do documento.

Professor: *Galera, por que o título presente na folha entregue é análise biológica?*

André: *Vamos ver a biologia da terra?*

Professor: *E o que seria isso...ver a biologia da terra?*

André: *Ah... não sei explicar. Tipo é ver a vida que tem lá.*

Professor: *É isso mesmo que iremos fazer. Ver a vida que existe lá através da presença dos seres vivos. E falando nele, o que seria um ser vivo?*

Carolina: *Aquilo que tem células.*

Professor: *Isso mesmo. Essa principal característica do ser vivo.*

Após esse diálogo, o professor continuou a leitura do documento e chamou a atenção para a divisão ali estabelecida. O professor explicou que o protocolo da análise biológica estava dividido em análise microbiológica e microbiológica. Logo após este comentário, o professor começou a explorar o significado disso para os alunos.

Professor: *Galera, por que o nome da primeira análise é MACRO BIOLÓGICA? O que vai diferenciar da MICRO?*

Melissa: *O material que vamos usar*

Luciano : *O tamanho das coisinhas que vamos ver*

Professor: *É por aí mesmo... é uma análise macro por que apesar de estar utilizando a lupa, eu não preciso usar o microscópio. É o que chamamos análise a olho nu, sem auxílio de um microscópio.*

Após a leitura desse procedimento, foi dado mais algumas orientações visando a plena capacitação dos alunos para a execução da orientação dada. Explicamos aos alunos que tínhamos marcados no terreno destinado a horta quatro quadrantes de 1 metro quadrado e que cada um deles estavam identificados com um número na placa que variava de 1 a 4. Esclarecemos que eles poderiam escolher o quadrante. Uma vez escolhido o quadrante, os alunos se dirigiram a ele e antes de começar analisar o solo deveriam descartar a camada superficial. Após o descarte, os alunos deveriam revolver o solo e analisar o material desagregado, anotando as informações requeridas.

Ainda sobre o primeiro excerto, explicamos aos alunos que deixaríamos um material de identificação sobre os animais que vivem no solo.

Neste momento o professor é interpelado para responder uma questão sobre a anotação dados:

Eduardo: *Professor, neste último espaço tá escrito vestígios de seres vivos. O que é isso?*

Professor: Seria tudo aquilo que indica que em algum momento existiu um ser vivo ali. Tipo, o Breno achou um cocozinho ou osso. Ele achou o vestígio de um ser vivo que esteve ali.

Para finalizar a primeira parte da análise biológica, o professor lançou a seguinte pergunta: *“O que indica a presença de animais no solo ou vestígios dele?. Qual solo é mais fértil? O que possui maior ou menor presença de animais?”*

Gabriel: *O que tem mais quantidade.*

Professor: *Por quê?*

Gabriel: *Porque se estão ali, é porque tem comida pra eles.*

Professor: *Bom, é quase isso mesmo. Esses animais que fazem parte dessa endofauna favorecem a decomposição da matéria orgânica, promovendo a oferta de nutrientes (ex. nitrogênio) às plantas e até mesmo para outros seres vivos. É por isso que ele pode ser considerado um bioindicador de solo, pois um solo rico nesta fauna certamente terá um solo rico em nutrientes.*

Na continuidade da aula, apresentamos e explicamos a segunda parte da análise biológica que se referia a análise microbiológica. Dessa forma, o professor lançou a seguinte pergunta:

Professor: *Pessoal, agora a análise micro. O que é análise micro? O que ela analisa?*

Luciano: *Analisa o material em decomposição. Os animais que decompõem as coisas que morreram.*

Melissa: *“Microrganismos...tipo bactérias”*

Joel: *Animais que não dá para ver*

Professor: *Valeu pessoal pelas respostas...todas elas apontam para o que venha a ser a análise micro. Realmente ela indica a presença de seres que são impossíveis de enxergar a olho nu. Seus representantes são as bactérias e fungos, que são os responsáveis por decompor o solo. Os animais não possuem essa função, já que eles não conseguem transformar a matéria orgânica em mineral. Apenas os microrganismos possuem a capacidade de degradar toda a matéria orgânica até o ponto de transformá-los em componentes minerais que serão absorvidos pelas plantas. São eles que fazem a reciclagem dos nutrientes.*

Após esse esclarecimento sobre os microrganismos, o professor informa que a quantidade de microrganismos encontrados também indica o nível de saúde do solo. Ele esclarece que um solo fértil possivelmente terá uma grande quantidade de microrganismos, e

que tais organismos farão rapidamente uma ciclagem de nutrientes que estarão disponíveis para as plantas. Isso contrasta com o solo infértil, que possui pouca quantidade de microrganismos e que por isso possui pouca ciclagem de nutrientes, oferecendo poucos nutrientes para os vegetais.

Após essa explicação, o professor começou a leitura do segundo protocolo (Quadro 13), optando por fazer uma leitura alternada entre os alunos e discutindo cada instrução do documento. Neste momento, foram apresentadas as vidrarias de laboratório a serem utilizadas, assim como o reagente da análise. Segue o protocolo discutido.

Quadro 2: Protocolo referente a análise microbiológica

ANÁLISE MICRO

- 1 – Coloque o solo selecionado na proveta até a marcação de 20 ML do recipiente.
- 2 – Adicione levemente 10 ML de água oxigenada na proveta com o solo.
- 3 – Observe o ponto máximo de expansão da mistura e faça as anotações abaixo:
 Volume Inicial em ML:
 Volume Final em ML:
 Variação do volume em ML:
- 4 – Anote outras observações (Ex. velocidade, presença de “espuma”, cor)

Fonte: O autor (2023)

Após a leitura do protocolo, o professor finalizou suas instruções lembrando aos grupos que os dois protocolos deveriam ser feitos um de cada vez, para participação e observação plena de todos os integrantes do grupo.

Até aqui a maior parte da sala se mostrava interessada na explicação do docente. Foi possível perceber que mesmo na explicação, os grupos já se articulam entre si, trocando informações sobre as referidas orientações do professor, confirmando ou retificando a informação compreendida entre os pares. O docente também ressaltou os cuidados que os alunos deveriam tomar com os equipamentos utilizados, o controle do volume de voz durante a atividade, uma vez que a horta está localizada ao lado das salas de aula, e reforçou a importância de os discentes permanecerem nos seus respectivos grupos. As instruções foram finalizadas simultaneamente ao término da primeira aula.

Na segunda aula, os alunos foram encaminhados para o espaço da horta. Ao chegar no espaço destinado a horta, o docente fez uma nova orientação alertando os discentes a terem cuidados com as ferramentas agrícolas disponibilizadas. Foram destinados aos alunos para revolver o solo enxadas e ancinhos. Após essas orientações, o professor começou a chamar os grupos um de cada vez. Neste momento, os grupos poderiam escolher os quadrantes que quisessem. Os quadrantes estão numerados de 1 a 4 e estavam em diferentes pontos do terreno.

Após a escolha dos quadrantes, os participantes do grupo se posicionaram ao redor do quadrante escolhido e preencheram as informações contidas na primeira parte da folha recebida. Informações como nome dos coletores, hora e data da coleta e número do quadrante analisado foram registrados ali.

Após os registros das informações iniciais, os alunos começaram a análise. O grupo 1 iniciou o registro fazendo a divisão das tarefas que o protocolo exigia. Ficou definido que um dos integrantes faria o registro das informações requeridas e o restante iria colocar a mão na massa, revolvendo a terra e colocando a mão no solo. Após essa definição, um dos integrantes do grupo pegou a enxada e começou a revolver o solo (figura 10). Neste momento, um dos integrantes do grupo pediu para que ele descartasse essa primeira camada, conforme as orientações do professor. Conforme essa primeira ação foi acontecendo, percebeu-se uma intensa troca de ideia entre os participantes, discutindo entre si o melhor movimento para fazer com a enxada e a profundidade do solo.

Figura 1: Alunos executando o protocolo (a)



Fonte: O autor (2023)

Com o solo revolvido, os integrantes do grupo utilizaram as mãos para pegar no solo, e com o auxílio de uma lupa, constatar ou não a presença da endofauna ou vestígios dela no solo. Um dos grupos encontrou duas minhocas no quadrante investigado, além de uma concha. Essas informações foram relatadas para a responsável da escrita, que prontamente escreveu essas informações no documento.

Após realizada a análise microbiológica, os alunos partiram para a análise microbiológica. Neste momento, sem a intermediação do professor, foi possível perceber a discussão levantada pelos alunos sobre o primeiro passo descrito no protocolo. A dúvida constatada era se a coleta do solo requerida no protocolo era sobre o solo revolvido ou seria necessário uma nova intervenção no solo remanescente. Como o protocolo, não especificava, resolveu-se pegar o solo revolvido e levar a proveta.

Após a coleta do solo, os alunos partiram para a segunda etapa do protocolo que consistia em adicionar água oxigenada no solo que estava dentro da proveta e observar a reação. Os alunos tiveram dificuldades em entender as marcações da proveta, o que indica uma defasagem no conteúdo de Matemática. Aproveitando a ocasião, o professor explicou as gradações existentes nos materiais citados e pediu para que eles continuassem o experimento. Os alunos tomados da compreensão do conceito, continuaram a execução do protocolo estabelecido.

Após os esclarecimentos feito pelo docente, os alunos seguiram os protocolos estabelecidos e adicionaram água oxigenada na proveta. Foi possível perceber o intenso entusiasmo em perceber a reação ocorrida.

Conforme as orientações do protocolo, os alunos registraram os fatos observados na reação, como produção de bolhas, aumento da massa e mudança de cor (figura 14). Tais fatos foram registrados na folha.

Figura 2: Alunos executando o protocolo (b)



Fonte: O autor (2023)

O procedimento realizado pelos alunos é o teste da catalase. Este é uma técnica utilizada para identificar a presença de catalase, uma enzima que decompõe o peróxido de hidrogênio em água e oxigênio. Este teste é importante porque a atividade da catalase pode indicar a presença de microrganismos, como bactérias, que produzem esta enzima como parte de seu metabolismo. Para realizar o teste, uma amostra de solo é misturada com peróxido de hidrogênio, e a formação de bolhas de oxigênio é observada. A presença de bolhas indica uma reação positiva e sugere que a catalase está presente na amostra. Este teste pode ser útil em estudos de microbiologia do solo, avaliação da saúde do solo e na compreensão dos processos biogeoquímicos.

Após os grupos realizarem os testes requeridos, os dados foram analisados juntamente com os alunos. A ideia era fazer com que cada grupo socializasse seus resultados. Como os alunos estavam empolgados com as reações que ocorreram na análise micro, o professor optou pela divulgação e análise desses dados. Conforme os alunos divulgavam seus resultados, ficou evidente que o terreno apresentava “solos diferentes”, já que o resultado dos quadrantes era diferentes. Mediante essas diferenças o professor indagou:

Professor: *Vamos começar analisando o que aconteceu aqui. Com quem a água oxigenada reagiu?*

Diogo: *Com os microrganismos da terra*

Professor: *E quem são eles?*

Diogo: *Os decompositores...fungos*

Luciano: *Bactéria e fungos*

Professor: *Isso...neste caso, a água oxigenada reagiu com a bactéria, conforme o teste da catalase que eu expliquei em sala. E qual foi o motivo dessas diferenças?*

Fernanda: *A terra com mais bactérias e fungos do que as outras*

Professor: *E o que isso quer dizer?*

Silêncio

Professor: *Em qual quadrante você escolheria plantar? No que reagiu mais ou menos?*

Melissa: *Mais...já que eles possuem mais bactérias.*

Adriana: *Por que eles teriam mais energia dar para as plantas*

Professor: *E vocês concordam que o quadrante que reagiu mais, no caso o quadrante 2, é o mais indicado?*

André: *Sim... porque ele vai ter mais bactérias que são as responsáveis pelos nutrientes da terra.*

Professor: *Isso, as bactérias e fungos são as responsáveis pela decomposição dos cadáveres que serão decompostos em nutrientes que servirão para nutrição das plantas. Logo, um solo com mais bactérias, é um solo mais rico em nutrientes. É por isso que não pode haver queimadas, porque elas acabam matando as bactérias responsáveis por fazer essa decomposição.*

Vinícius: *Os caras da usina costumam meter fogo na cana sem dó. Será que eles sabem que estão tornando o solo podre?*

Devido ao tempo, não foi possível analisar e socializar os dados da análise microbiológica, ficando acordado que essa análise ficaria para o início do próximo encontro.

Episódio de ensino 3

Com o objetivo de realizar a análise física do solo, considerando a necessidade de deixá-lo em repouso por quatro dias para análise na sexta-feira (01/09), os alunos da disciplina eletiva foram reunidos na segunda-feira (28/08) durante o período destinado aos Clubes Juvenis, nas duas primeiras aulas da manhã.

Os Clubes Juvenis são iniciativas criadas e organizadas pelos próprios alunos das escolas participantes do Programa Ensino Integral. Esse momento e espaço são dedicados à prática e vivência do protagonismo juvenil, permitindo que os estudantes formem clubes e se reúnam em torno de interesses comuns.

Como os clubes estavam em fase de estruturação, solicitamos ao diretor da unidade escolar a liberação dos alunos da eletiva para coletar dados referentes ao solo. O pedido foi prontamente atendido.

Vinte e sete alunos participaram da atividade, dirigindo-se à horta escolar para receber orientações sobre o protocolo e realizar a coleta de amostras de solo. Após a entrega do protocolo a cada representante de grupo, o professor conduziu uma explicação detalhada sobre as instruções contidas no documento. Segue o protocolo utilizado (Quadro 15).

Figura 3: Protocolo utilizado pelos alunos para análise física do solo

Análise Física do Solo

Analistas:

Data:

Grupo:

Número do Quadrante:

PARTE 1

- 1 – Dirija-se ao quadrante investigado e recolha o solo daquela região e preencha 70% do frasco fornecido.
- 2 – Preencha o restante do frasco com água.
- 3 – Coloque a tampa do frasco e feche-o completamente.
- 4 – Agite o frasco por 30 segundos
- 5 – Identifique o frasco colocando o nome de um dos representantes do grupo na etiqueta fornecida
- 6 – Leve para a bancada do laboratório e deixe descansar por 4 dias.

Fonte: O autor (2023)

Conforme descrito no protocolo acima, a orientação era que os alunos coletassem o solo do quadrante analisado na aula anterior, preenchendo 70% do pote fornecido. Em seguida, deveriam completar o recipiente com água, fechar o frasco com sua tampa e agitá-lo por 30 segundos. Após esse procedimento, o material deveria ser levado à bancada do laboratório, onde permaneceria em repouso e sedimentação ao longo da semana, até a análise prevista para a sexta-feira.

Após a explicação do protocolo, os grupos receberam os frascos e iniciaram a coleta do solo. O grupo 2, porém, optou por permanecer no local e realizar uma releitura cuidadosa do protocolo antes de começar. Após a releitura, os integrantes do grupo se dirigiram ao professor para solicitar esclarecimentos adicionais. Segue o diálogo a seguir.

Luciano: *Como vamos saber o que é 70% do pote?*

Professor: *Pegue o pote e a régua aí. Qual o tamanho dele?*

Ohana: *13 cm*

Professor: *Beleza. O tamanho dele é 13 cm...70% deste tamanho equivale a quantos?*

Um grande silêncio se fez.

Professor: *Galera, regrinha de três...lembram?*

Silêncio novamente.

Neste momento, o professor pega o caderno de um dos alunos e monta um esquema correspondendo a regra de três da situação mencionada, lembrando conceitos matemáticos de séries anteriores. Realizada a montagem mencionada, os alunos realizam o cálculo com a ajuda do professor.

Professor: *Então vamos lá pessoal...qual foi o resultado que chegamos?*

Luciano: *9,1 cm*

Professor: *Então vocês vão encher até que altura do pote?*

Ohana: *9 cm?*

Professor: *Isso... vamos arredondar mesmo....depois é só completar com água*

Davi: *E aí acabou?*

Ohana: *Não...aí precisa colocar o nome do grupo*

Professor: *Falta mais uma coisa. Deem mais olhada no protocolo... o que falta?*

Lucino: *Mexer o pote*

Professor: *Chacoalhar o pote e colocar na bancada do laboratório*

Depois dos esclarecimentos, o grupo se dirigiu a horta rumo ao quadrante que estavam investigando.

Acompanhamos a coleta do solo deste grupo para ver a execução das ações após essa troca de ideias com o professor sobre a proposta do protocolo. O grupo se dirigiu ao quadrante investigado, e revolveram o solo com a ajuda de ancinhos e coletaram o solo até a altura mencionada no cálculo, utilizando a régua escolar para definir o ponto limite da coleta do solo no recipiente utilizado.

Figura 4: Aluna coletando solo



Fonte: O autor (2023)

Foi possível notar uma boa interação entre os alunos do grupo na conferência da quantidade de solo que era para ser coletado segundo o protocolo utilizado, tendo o cuidado de não passar dos limites estabelecidos. Após isso, o grupo se dirigiu até a torneira e completou o pote com água, chacoalhando e deixando descansar na bancada do laboratório.

Os grupos 1, 3, 4 também enfrentaram dificuldades na execução do protocolo previamente estabelecido e discutido no início da intervenção do professor. A principal dificuldade consistia em realizar o primeiro passo do protocolo, que exigia preencher 70% do frasco fornecido com o solo do quadrante. Os alunos demonstraram grande dificuldade em trabalhar com porcentagens, o que demandou a orientação do professor para realizar esse cálculo. O procedimento explicativo adotado pelo docente seguiu a mesma abordagem utilizada para esclarecer as dúvidas do Grupo 2, reforçando a importância da mediação pedagógica para superar barreiras conceituais e promover o entendimento prático durante a atividade.

Ao final da segunda aula da manhã, todos os grupos haviam concluído os procedimentos previstos no protocolo. O material coletado, devidamente identificado, foi colocado para descansar na bancada do laboratório, onde permaneceria até a aula da sexta-feira (01/09), totalizando um período de quatro dias para o processo de sedimentação.

Na sexta-feira mencionada, após o período de sedimentação do material coletado na segunda-feira, o professor iniciou a aula recapitulando que a proposta da disciplina consistia em implementar uma horta agroflorestal na escola. Para tanto, estavam avaliando a saúde do solo no local planejado para o plantio. O docente lembrou que, no encontro anterior, realizado na sexta-feira anterior, foi feita uma análise micro e microbiológica para verificar se o solo estava apto a receber o plantio.

Em um primeiro momento, o professor revisitou o conceito de microrganismos e sua importância para a manutenção da fertilidade do solo, destacando seu papel na ciclagem de nutrientes e na disponibilidade destes para as plantas. Além disso, enfatizou que as queimadas prejudicam o solo ao eliminar a biota e os fungos responsáveis por sua fertilidade.

Na continuidade da aula, o docente retomou as análises micro e macro realizadas no encontro anterior, apontando as diferenças observadas em cada quadrante. Com base nessas constatações, a discussão foi direcionada para quais quadrantes apresentavam o ambiente mais propício para o plantio. O grupo concluiu que o solo presente no canteiro estava mais apto a receber o plantio, uma vez que apresentou uma maior presença de animais e microrganismos no material analisado.

Após revisar as questões da aula anterior, o professor passou a introduzir a segunda parte do protocolo, cujo objetivo era identificar o tipo de solo presente em cada quadrante analisado. Para enriquecer a aula, o professor responsável pela disciplina convidou o professor de Geografia da unidade escolar para participar da atividade.

Inicialmente, o professor convidado fez uma apresentação sobre a composição do solo e suas variações. Em seguida, ele introduziu o teste de granulometria aos alunos, com o objetivo de que eles identificassem o tipo de solo presente em cada quadrante analisado. A explicação do procedimento foi mediada por um vídeo que detalhava, passo a passo, como realizar o teste.

Após a apresentação do teste, o professor responsável pela disciplina distribuiu novamente o protocolo referente à análise física do solo e iniciou a discussão da segunda parte do documento, capacitando os alunos a seguirem o protocolo proposto. Mesmo com o vídeo explicativo apresentado anteriormente, o professor responsável revisou cada etapa do procedimento, garantindo que todas as dúvidas dos alunos fossem esclarecidas.

Figura 5: Parte 2 do protocolo**PARTE 2**

Depois de uma semana de “descanso” do material coletado, é hora de analisá-lo. Siga o protocolo abaixo para descobrir qual tipo de solo pertence a amostrada coletada.

1. Com uma régua, faça a mensuração do total de solo contido no frasco e coloque o valor aqui _____cm
2. A areia por ser mais “pesada” sedimenta primeiro. Faça a marcação, com o canetão vermelho, do limite da sua camada.
3. O silte sedimenta em seguida. Identifique-o e faça a devida marcação
4. A argila é camada mais leve, ficando por cima das outras camadas. Seguindo o mesmo procedimento, faça a marcação correspondente.
5. Usando novamente a régua, faça a medição de cada camada e coloque na parte A do quadro.
6. Confira se a soma das camadas encontradas é igual ao valor encontrado no item 1. Caso não seja, volte ao item 1 e refaça as medições apontadas até aqui
7. Transforme o tamanho de cada camada no valor em porcentagem da amostra total do solo. Para isso, usaremos uma regra de três simples, lembrando que valor total da equação, corresponde ao valor total do material coletado e que está contido no frasco

A - Tamanho de cada camada	B - Porcentagem de cada camada na amostra
Areia: cm	Areia: $\frac{x100}{Valor\ total} = \%$
Silte: cm	Silte: $\frac{x100}{Valor\ Total} = \%$
Argila: cm	Argila: $\frac{x100}{Valor\ Total} = \%$
Total:	

8. Com a tabela acima preenchida, coloque os valores da parte B da tabela no Triângulo Textural, que se encontra disponível, em sua forma eletrônica, no notebook do laboratório.
9. Confira no Triângulo Textural a qual tipo de solo pertence o material coletado pelo seu grupo
10. Registre no espaço abaixo o solo encontrado:

TIPO DE SOLO ENCONTRADO: _____

Fonte: O autor (2023)

Após a discussão do protocolo, o grupo 1 e 2 se dirigiram ao laboratório para realizar a análise do material sedimentado, enquanto o grupo 3 e 4 ficaram na sala de aula assistindo uma reportagem do Globo Rural sobre a Agrofloresta de Ernst Gotsch, sob a supervisão do

professor de Português. Isso se fez necessário devido as dimensões reduzidas do laboratório que não acomoda 40 pessoas de uma vez, comportando apenas metade desse número.

Uma vez no laboratório, os grupos pegaram seus frascos, que estavam devidamente identificados e colocaram na mesa para identificar. Neste momento, o professor da disciplina lembrou os alunos para terem cuidado para não chacoalhar o material, pois isso prejudicaria a análise do material, uma vez que as partículas se misturariam novamente e o processo de sedimentação seria alterado.

Com os frascos em cima da mesa, os alunos começaram a identificar as camadas de partículas sedimentadas. Neste momento, o professor de Geografia toma palavra e diz:

Professor de Geografia: Presta atenção aqui, pessoal! Vocês já estão vendo camadas diferentes, não é? Olha só! Por que vocês acham que este material sedimentou dessa forma após esses dias parado?

Ohana: Pode ser a diferença de peso.

Professor de Geografia: Isso...como as partículas que formam as camadas têm tamanhos e pesos diferentes, elas vão se acomodando no fundo do frasco em níveis distintos. A areia, por ser partículas maiores e mais pesadas vai sedimentar primeiro, ocupando o fundo do frasco. Depois o silte, que tem o tamanho e peso intermediário, e por cima vem a argila, que fica suspensa mais tempo por possuir partículas mais finas e mais leves. Dá para observar bem essa divisão. Então vamos lá, continuem analisando conforme o protocolo tá pedindo.

Conforme estabelecido pelo protocolo, os alunos começaram a realizar a mensuração de cada camada de solo presente no frasco. Um dos grupos tiveram a ideia de pegar o celular e ligar a lanterna para evidenciar ainda mais a linha limítrofe entre as camadas. No momento da medição, foi possível perceber que parte dos alunos que tiveram dificuldades em usar a régua no primeiro protocolo utilizado para análise biológica, agora conseguem usar essa habilidade para mensurar cada camada. Entretanto, uma parte dos alunos precisou novamente do auxílio docente para explicar como funciona as gradações da régua.

Em seguida, diante de uma certa dificuldade dos alunos identificarem as camadas e lembrarem os nomes das partículas, o professor de Geografia chamou a atenção dos grupos para uma nova explicação.

Professor de Geografia: Galera, olhem aqui. Vou voltar no que falei antes...neste pote que ficou 5 dias descansando, vocês conseguem notar que formaram camadas, né?

Eduardo: Sim, a primeira parte é areia.

Professor de Geografia: *Isso! A areia é composta por partículas maiores e mais pesadas e isso faz com que ela se deposite primeiro do que as outras. Por que isso acontece mesmo?*

Isabela: *A areia tem pedaços maiores do que as outras, aí então elas afundam mais rápido.*

Diogo: *Pedaço não...partícula*

Professor de Geografia: *Vocês estão certos. Você tem a gravidade que puxa essas partículas de areia, que são maiores do que as outras, para o fundo do pote rapidamente. E qual a camada que vem por cima?*

Diogo: *É o siltite*

Professor de Geografia: *Silte. E qual a característica dela em relação ao peso e tamanho das outros?*

Diogo: *Ela parece ser mais fina que a areia.*

Professor de Geografia: *Isso! O silte é composto por partículas menores do que a areia, porém maiores que a argila. Por isso, ele fica nessa posição intermediária. E qual é o nome dessa camada que vem por cima?*

Bryan: *Argila! Meu tio de Santa Fé sempre fala que a região onde eles moram é de terreno argiloso.*

Professor de Biologia: *Legal, Bryan...depois vamos discutir essas diferenças. Pessoal, vamos medir e fazer os cálculos.*

Professor de Geografia: *Certinho. Essa camada que vem por cima é a argila e ela é mais fina e menor do que as outras partículas, por isso ela fica por cima. Adriana, como você acha que o terreno argiloso impacta na qualidade do solo?*

Adriana: *Nutriente...quantidade de nutrientes.*

Professor: *Também. Mas vamos pensar na água. Qual solo vai reter mais água.*

João: *A areia a água vai passar rapidinho.*

Professor de Geografia: *Certo! Solos arenosos permitem que a água passe rapidamente, mas retêm menos nutrientes. Por outro lado, solos com muita argila seguram mais água e nutrientes, mas podem acabar encharcando. E o que dizer do silte? Qual seria sua característica?*

Gabriel: *O silte está no meio termo, certo? Ele deve reter a água e os nutrientes, mas não tanto quanto a argila.*

Professor: *Exatamente, o silte ajuda a equilibrar a retenção de água e nutrientes. Essa análise nos dá uma ideia sobre a capacidade do solo de sustentar as plantas. Dependendo da proporção de areia, silte e argila, podemos até saber que tipo de cultivo seria mais adequado. Alguém aqui se lembra de que tipo de solo temos predominante na nossa região?*

Adriana: *Acho que tem bastante argila. A terra aqui fica bem grudada quando chove muito.*

Professor de Geografia: *Isso mesmo. Solos argilosos são comuns aqui, e por isso a drenagem de água às vezes é um problema. Agora, pensem: por que a gente fez esse teste no frasco? O que isso nos diz sobre a análise do solo?*

Bryan: *A gente consegue ver as camadas, então é um jeito prático de saber o tipo de solo.*

Professor: *Isso mesmo! Esse teste de sedimentação é simples e rápido, mas nos ajuda a identificar o tipo de solo com base nas suas camadas. Dá para usar esse método em diferentes lugares e comparar os tipos de solo de cada região.*

Por outro lado, os alunos que estavam empenhados em realizar a tarefa mostraram-se ainda mais motivados após a nova explicação do professor, o que reforça a importância do pleno entendimento do protocolo para a realização das atividades propostas.

Em meio a análise inicial dos alunos em seus respectivos grupos, uma das integrantes ergueu a ergueu a mão:

Adriana: *Professor, aqui deu 12,5 cm. Está certo anotar esse valor?*

Professor: *Exatamente. Esse número será a referência para todo o resto do teste.*

Com o valor inicial registrado, os alunos avançaram para identificar as camadas do solo à medida que o sedimento se acomodava no fundo dos frascos. A areia, mais pesada, foi rapidamente reconhecida pela maioria dos grupos. Isso pode ser visto em uma das falas dos alunos.

Eduardo: *Olha, a camada de areia é bem visível! Já posso marcar com o vermelho?*
perguntou um aluno empolgado.

Professor de Geografia: *Isso mesmo. Faça a marcação e segue para o próximo passo*

O desafio veio na etapa seguinte do protocolo: diferenciar a camada de argila da água turva que se acumulava no topo. Um grupo, mais hesitante, chamou o professor para tirar dúvidas.

Ohana: *Professor, estou confusa. Essa parte aqui é argila ou ainda água misturada?*

O professor de Geografia pegou uma lanterna e explicou:

Professor de Geografia: *Vejam bem, a argila forma uma camada homogênea, enquanto a água fica mais translúcida acima dela. Se ainda estiverem em dúvida, aguardem alguns minutos para que o sedimento se acomode completamente.*

Com paciência, os alunos ajustaram suas marcações e seguiram para a medição de cada camada. Foi nesse momento que alguns começaram a perceber inconsistências. Um dos integrantes do grupo 1 fez a seguinte observação:

Joel: *A soma das camadas deu 11,8 cm, mas o total era 12,5 cm. O que pode estar errado?*

Professor: *Reveja suas marcações e as medições. Certifique de que todas as camadas foram marcadas corretamente e que a régua está posicionada de forma precisa no frasco.*

Após algumas correções, o grupo em questão conseguiu ajustar os valores, e o ânimo para continuar as atividades voltou.

Na etapa final, chegou o momento de transformar as medidas em porcentagens usando a regra de três simples. Foi aí que novos problemas surgiram.

Ohana: *Professor, como fazemos para montar a regra de três? Não entendi onde usar o valor total do solo*

Professor: *Vamos lá....Lembra o seguinte o denominador da regra de três é sempre o valor total do solo que vocês mediram no início. Dividam a altura de cada camada por esse total e multipliquem por 100.*

Neste momento, o professor foi para o quadro branco e fez o cálculo da porcentagem da areia presente no material analisado, mostrando na prática o que ele tinha acabado de explicar para o grupo.

André: *Ah, então é só dividir pela altura total e multiplicar por 100?*

Professor: *Na prática é isso!*

Figura 6: Alunos realizando a análise do solo



Fonte: O autor (2023)

Ao final da atividade, todos os grupos, incluindo os dois que inicialmente enfrentaram mais dificuldades, conseguiram completar o protocolo, superando os desafios no processo de execução e preenchimento das informações solicitadas.

Com o término das atividades laboratoriais, os alunos retornaram à sala, onde os professores encerraram a aula com elogios ao esforço coletivo da turma. Eles também destacaram que, para definir o tipo de solo, os dados registrados no protocolo seriam utilizados na próxima aula para alimentar um software que indicaria com precisão a classificação do solo analisado.

Episódio de ensino 4

No quarto encontro da disciplina, realizado em 15 de setembro, o professor responsável iniciou a aula relembrando os objetivos do projeto, que tinha como foco a implementação de uma horta agroflorestal na unidade escolar. Para isso, os alunos estavam analisando a qualidade do solo destinado à horta e identificando o tipo de solo presente no quadrante investigado. O objetivo era reunir informações essenciais para determinar o local

mais adequado para a semeadura de culturas agrícolas e o plantio de árvores, visando à formação da agrofloresta.

O docente distribuiu o protocolo iniciado na aula anterior, contendo os dados coletados pelos alunos, e retomou o vídeo explicativo sobre o teste de granulometria. A intenção era orientar a conclusão da segunda parte do protocolo, que consistia em inserir os dados das partículas do solo no simulador do triângulo textural. Os dados analisados na aula anterior haviam sido coletados na etapa inicial do protocolo.

O triângulo textural do solo é uma ferramenta gráfica para determinar a classe textural de um solo com base em sua composição de areia, silte e argila. Ele divide os tipos de solo em categorias como argiloso, arenoso, siltoso, entre outros.

No triângulo, cada lado representa a porcentagem de uma dessas frações. Você precisa conhecer a porcentagem de cada componente (areia, silte e argila), somando 100%. A interseção dos valores no triângulo indica o tipo de solo.

Existem simuladores online que tornam o uso do triângulo textural mais prático. No nosso caso, usamos o simulador disponível no site do Instituto Federal de Santa Catarina. Nele, basta inserir as porcentagens de areia, silte e argila, e o simulador identifica automaticamente o tipo de solo.

Durante a exibição final do vídeo, o professor destacou os detalhes necessários para inserir corretamente as informações no simulador citado e explicou como a plataforma processaria os dados para determinar o tipo de solo.

Após a explicação, o professor revisou todas as etapas já realizadas no protocolo, enfatizando que as porcentagens das partículas encontradas eram determinantes para a classificação do tipo de solo.

Para fomentar a discussão e contextualizar a atividade, o professor lançou a seguinte pergunta:

Professor: Qual a importância de saber qual o tipo de solo que iremos plantar?

Nayara: Por que dependendo da terra, as plantas podem crescer mais ou menos...então se a terra for ruim, a semente não vai ter nutriente suficiente para desenvolver

Melissa: Acho que é isso mesmo... aqui mesmo no 6 ano tentaram desenvolver uma hora. Mas não cresceu nada por quê o solo era muito seco

Professor: É mais assim...se o solo é fértil ou não já verificamos no teste 1(protocolo 1), lembra? Aqui eu quero saber qual o tipo de solo encontrado. Porque nós temos

uma variedade de solo. Tipo tem o solo franco-areno, argilo e o basáltico. Então qual é a importância dessa informação para o plantio?

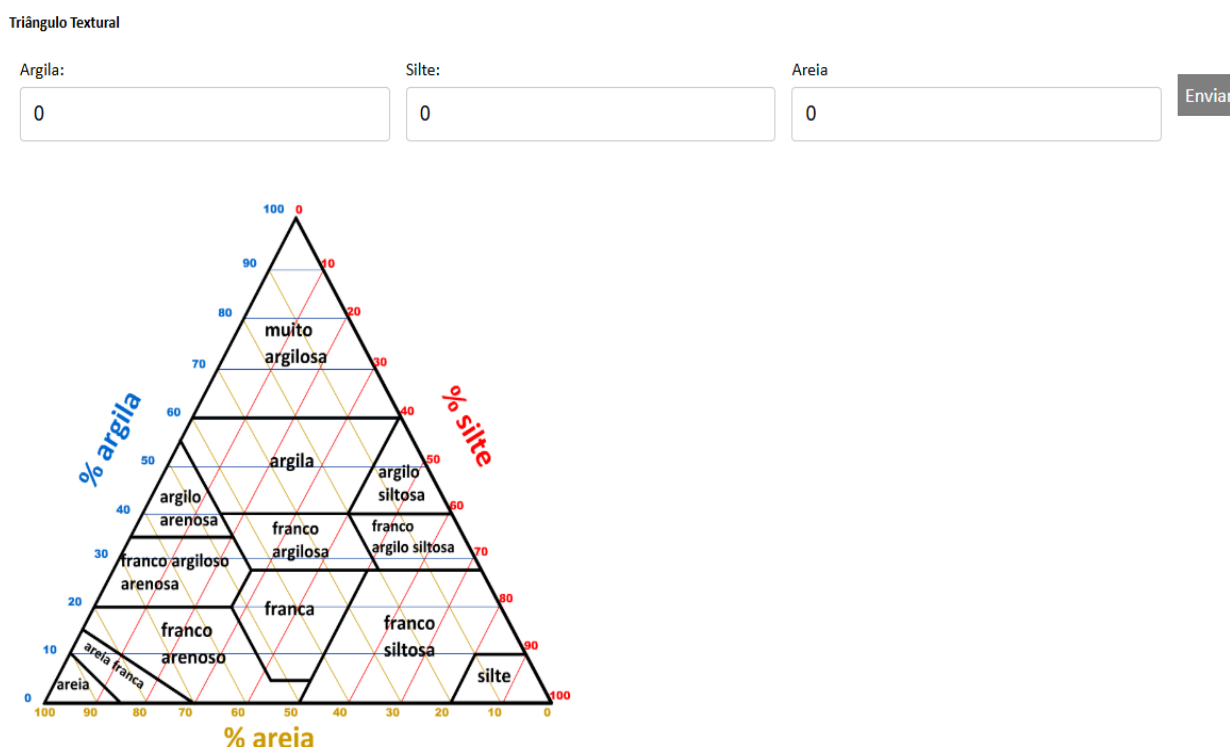
Rafael: Se a gente não souber qual o tipo de solo, pode desperdiçar tempo. O solo tem que ser bom para a planta sobreviver.

Fernanda: Eu acho que a terra tem que ser certa para cada tipo de planta... senão não dá certo.

Professor: É o que a Fernanda disse....existe culturas agrícolas mais adaptadas a um tipo de solo do que outras. Por isso, vocês precisam saber qual tipo de solo do seu quadrante para escolher culturas agrícolas que estejam adaptadas ao tipo de solo encontrado.

Após a discussão sobre a importância de identificar o tipo de solo para o cultivo, o professor orientou os grupos 1 e 2 a se dirigirem ao laboratório, onde dois computadores com o simulador do triângulo textural estavam disponíveis. Dessa forma, o objetivo era que os alunos inserissem no simulador (imagem x) os dados coletados previamente registrados pelos alunos na semana anterior no protocolo entregue pelo docente. Os outros dois grupos ficaram em sala para assistir a segunda parte do documentário sobre Agrofloresta exibido na aula anterior.

Figura 7: Simulador do Triângulo Textural



Fonte: Portal do IFSC (2023)

No laboratório, os dois grupos concomitantemente foram aos simuladores, pois havia dois computadores disponíveis. Com os protocolos em mãos, cada grupo escolheu um representante para digitar os dados. Segue o diálogo entre o docente e os discentes envolvidos na análise:

Professor: *Depois que vocês escolheram quem vai digitar, o restante do grupo fica dando apoio falando os dados e olhando para tela para ver os resultados e identificar o tipo de solo que vocês coletaram. Para isso que serve esse simulador do que vocês estão vendo. Então vão lá e digitem as porcentagens de areia, silte e argila que calcularam na última aula*

Isabela: *Digita só as porcentagens, né?*

Professor: *Sim*

Davi: *Nosso solo vai dar esse aqui...arenoso. Só tem areia no nosso pote*

Professor: *Então vamos verificar isso no simulador.*

Foi possível notar que os alunos dos dois grupos se envolveram na resolução das atividades. Conforme combinado, um dos integrantes do grupo digitava e os outros falavam os dados que eles coletaram na aula passada e que se encontravam no protocolo.

Logo na primeira tentativa, os dois grupos se depararam com um erro no sistema na hora do simulador dar o resultado. Isso se dá por que a plataforma em questão não aceita números quebrados e a totalidade da soma das partículas analisada precisa dar 100% para que o simulador dê conta de fazer a análise. Mediante a constatação desse “problema” o professor retoma a fala.

Professor: *Pessoal, o simulador não aceita número quebrado. Vocês precisam aproximar o número para o decimal mais próximo e ver se a soma das porcentagens das partículas está dando 100%. Caso não dê, você vai arredondando as porcentagens das partículas até a soma das três dar 100%. Entenderam? Então vamos lá, primeiro, insiram a porcentagem de areia que vocês calcularam. Depois, façam o mesmo com o silte e, por último, a argila. O total deve dar 100%. Vamos ver se dá certo.*

Mirela: *Professor, eu coloquei 62% de areia, 21% de silte e 20% de argila e deu erro.*

Professor: *Tá passando 3%. O total da soma dessas partículas precisa dar 100%. Deixa eu ver o protocolo.*

Após um tempo de análise.

Professor: *Mirela, o decimal mais próximo da porcentagem é 60% e do silte é 20%. Vai lá e coloca esses dados no simulador.*

Mirela: *Agora deu solo franco argiloso arenosa*

Professor: *Isso! Já marca aí no protocolo que você achou para ver quais culturas se adaptam a este solo.*

Eduardo: *Este solo que o professor de Geografia falou que tem bastante areia, que a água passa bem por ele...mas não é só isso, ele precisa ter nutrientes.*

Professor: *Isso, cara. Este solo franco arenoso, ou melhor franco argiloso arenoso, tem boa drenagem, mas pode precisar de correção para reter mais nutrientes.*

Professor: *E vocês do outro grupo. Conseguiram inserir os dados?*

Nayara: *Eu coloquei 56% de areia, 30% de silte e 14% de argila. O simulador disse que é 'franco arenoso'.*

Professor: *Beleza. Lembrando que o quadrante do seu grupo fica do lado oposto ao do grupo 1...Será que o franco arenoso é melhor para o plantio.*

Nayara: *Acho que ele retém menos água e nutrientes por quê tem menos argila*

Professor: *Vamos dar uma pesquisada e chegar à conclusão*

Professor: *Beleza pessoal, vamos voltar para a sala. Vamos esperar a análise dos outros dois grupos e discutir o que isso significa para o uso desse solo na prática.*

Após o retorno dos grupos 1 e 2 à sala de aula, os grupos 3 e 4 foram chamados ao laboratório, enquanto o grupo regresso assistiria a segunda parte do documentário supracitado.

No laboratório, o docente sabendo das necessidades da plataforma em questão, explicou para os alunos que a plataforma não aceitava número quebrado e que a totalidade da soma das porcentagens das partículas deveria dar 100%. Sendo assim, os alunos fizeram as retificações sugeridas para assim fomentar a plataforma. Antes de seguirem para os simuladores, o docente pediu para checar os cálculos presentes no protocolo.

Após a checagem, os discentes fomentaram a plataforma sem dificuldades. Foi possível constatar o envolvimento dos integrantes na resolução das atividades, notando uma boa interação troca de informações sobre ele.

Destaca-se que rapidamente os alunos fizeram a ação proposta e chegaram à conclusão de que os dois solos eram franco arenoso.

Após o término da atividade o professor retornou à sala e encerrou a aula com a seguinte questão: “Agora que cada grupo identificou o tipo de solo de seu quadrante, vamos comparar os resultados e pensar duas questões: “Este solo é próprio para o plantio? Quais culturas agrícolas estão mais adaptadas a este solo? Isso vai nos ajudar a entender melhor a

área que está ao nosso redor e como podemos aproveitá-lo de forma mais sustentável possível. Na próxima aula vamos discutir essas questões e pesquisar as culturas que iremos plantar nesta área.

Episódio de Ensino 5

Após os alunos estarem devidamente acomodados, o professor iniciou a aula explicando que o processo de análise do solo teria continuidade. Ele informou que, naquela aula, os alunos realizariam a coleta de amostras de solo de seus respectivos quadrantes para posterior análise química. O professor destacou que esse tipo de análise é fundamental para quantificar a presença de nutrientes no solo e avaliar sua adequação para o plantio. Além disso, ressaltou a importância de identificar possíveis contaminações, como a presença de metais pesados. Assim, os grupos fariam a coleta das amostras para que o professor pudesse enviá-las a um laboratório especializado, onde seria determinada a real condição do solo.

Após explicar a importância da análise química, o professor lembrou aos alunos que, em todas as etapas do processo de análise do solo realizadas até aquele momento, eles estavam desempenhando o papel de cientistas. Ele destacou que, assim como os profissionais da área, estavam coletando dados, analisando resultados e planejando futuras intervenções. Essa observação reforçou a abordagem da Ciência Cidadã presente nas atividades desenvolvidas na disciplina.

Na sequência, após as orientações e lembretes iniciais, o professor entregou o protocolo de coleta de solo aos quatro grupos e pediu atenção para a discussão das etapas descritas no documento, que seriam executadas em breve. Optando por uma leitura alternada, cada aluno leu um passo do protocolo, enquanto o professor esclarecia dúvidas e orientava os alunos para que estivessem capacitados a realizar as ações propostas.

Quadro 3: Protocolo para coleta de solo

Análise Química – Parte 1

- 1) Em grupo, pegue a cavadeira disponibilizada e se dirija para o quadrante que você está analisando.
- 2) Com a cavadeira em mãos, faça um buraco de 20 cm
- 3) Depois que você abriu o buraco, raspe a parede do buraco e coloque no balde.
- 4) Dê 2 passos para o lado e repita o procedimento 2 e 3.
- 5) Misture as 2 mostras, quebre os torrões de terra homogenize o máximo possível.
- 6) Com a amostra do solo pronta, retire 500 gramas do material coletado e coloque no saco plástico que seu grupo recebeu.
- 7) Pegue a etiqueta de identificação do material com o professor e preencha com as informações requeridas.
- 8) Cole a etiqueta preenchida no saco a qual encontra-se o material coletado.
- 9) Entregue o material devidamente identificado ao professor.
- 10) Descarte o solo não utilizado no mesmo espaço em que foi retirado o material coletado.

Fonte: O autor (2023)

Ao ler o item 8 do protocolo, o docente entregou a etiqueta correspondente e forneceu as orientações necessárias para o seu preenchimento, solicitando máxima atenção ao fornecer os dados requeridos pela ficha. Após o preenchimento da etiqueta, os alunos deveriam colá-la nas sacolas contendo o solo coletado.

Quadro 4: Etiqueta de identificação do material coletado

Etiqueta de Identificação
 Nome dos coletores:
 Data da Coleta : Hora da Coleta:
 Número do Quadrante:
 Endereço: Cidade:
 Nome da Propriedade:
 Email:
 Tipo de Análise: Macro e Micro

Fonte: O autor (2023)

Ao final da leitura do protocolo, o professor reforçou que todo o procedimento deveria ser realizado com a máxima diligência para evitar possíveis contaminações ou distorções nos resultados. Ele também explicou que, após a análise do solo no laboratório, os alunos

discutiriam os resultados com um engenheiro agrônomo, com o objetivo de tomar as decisões apropriadas para a formação de uma horta agroflorestal.

Após as orientações sobre o protocolo, o professor pediu para que os alunos se dirigissem à horta. Chegando na entrada da horta, o professor pediu a palavra novamente:

Professor: Pessoal, vamos coletar amostras de solo da nossa horta escolar seguindo o protocolo que expliquei na sala. Formem os grupos e peguem as cavadeiras, os baldes e os sacos plásticos. Lembrem-se de seguir cada passo com atenção. Qualquer dúvida, é só chamar!

Conforme as orientações do docente, os alunos pegaram os materiais necessários e foram para os seus respectivos quadrantes. Abaixo segue o desenrolar do diálogo e ações do grupo 3.

Com a cavadeira em mãos, o grupo mencionado iniciou a atividade.

Rafael: Então, o primeiro passo é fazer um buraco de 20 cm, certo? Vamos começar aqui.

Joel: Pode deixar comigo, vou cavar aqui no nosso quadrante.

Enquanto Joel cava o buraco, os colegas observam.

Joel: Olhem, acho que já deu a profundidade certa. Alguém tem uma régua para conferir?

Rafael: Sim...já está com 20 cm.

Professor: Isso...Agora raspem a parede do buraco e coloquem a terra no balde.

Joel: Beleza, vou fazer isso.

O aluno em questão raspa a parede do buraco cuidadosamente e coloca a terra no balde

Carolina: Agora vamos dar dois passos para o lado e fazer a mesma coisa, certo?

Rafael: É isso!

Os alunos repetiram o procedimento no novo ponto e adicionam o material ao balde.

Foi notório que até aquele momento, o grupo em questão não apresentou dificuldades em seguir o protocolo estabelecido. Entretanto, o grupo 1 e 3 apresentou dificuldades na compreensão do protocolo, fato que proporcionou discussão entre os pares, e posteriormente, a procura dos professores envolvidos na disciplina.

Voltando para a descrição das ações desenvolvidas pelo grupo 3, após coletarem o solo, o professor foi procurado para saber sobre a continuidade das atividades.

Professor: *Só olhar o protocolo galera. Vocês acabaram o passo 4. Vocês irão misturar o solo conforme tá estabelecendo o item 5 aí.*

Carolina: *Tem que misturar e quebrar os torrões.*

Professor: *Isso mesmo.*

Joel: *Ok, vou começar a misturar aqui com as mãos mesmo.*

Rafael: *Beleza! Vou te ajudar quebrando os torrões.*

Carolina: *Pronto! Acho que está bem misturado. Agora pega 500 gramas*

Joel passa parte do material coletado para a sacola plástica.

Fernanda: *Agora precisa da balança*

Eduardo: *Vou lá pegar a balança que o professor deixou... Certinho, 500 gramas!*

Após concluírem esta etapa, os alunos se dirigem ao professor de Português, responsável por entregar as etiquetas de identificação. O professor, ao entregar a etiqueta, orienta os alunos a preencherem-na na pracinha ao lado da horta, destacando que o ambiente tranquilo seria mais adequado para a tarefa.

Com a sacola devidamente identificada, os alunos do grupo 3 retornam ao professor para continuar o diálogo:

Carolina: *Professor, aqui está nossa amostra identificada.*

Professor: *Beleza! Só falta jogar o restante do solo que ficou no balde.*

Rafael: *Onde joga?*

Professor: *O que diz o protocolo agora?*

Carolina: *Vai voltar e jogar o solo onde retiramos.*

O grupo retorna ao local e descarta o restante do solo no local destinado.

É importante destacar que o grupo 3 foi selecionado para análise por ter sido o mais filmado durante as intervenções. No entanto, com base nas filmagens e nas anotações do pesquisador, foi possível observar que os demais grupos também conseguiram executar as ações propostas. As dúvidas que surgiram, em sua maioria, estavam relacionadas à falta de leitura atenta do protocolo.

De modo geral, os alunos realizavam corretamente a ação indicada em um item, mas frequentemente deixavam de consultar o próximo passo, dirigindo-se diretamente ao professor para perguntar qual seria a etapa seguinte. Nesse contexto, cabe ressaltar que o professor incentivava os alunos a consultarem o protocolo antes de buscar ajuda. Apenas quando a dúvida persistia, o docente realizava uma nova orientação, esclarecendo o que deveria ser feito naquele momento.

Episódio de ensino 6

A aula começou com a apresentação do tema “Compostagem”, feita pelo professor, que logo introduziu o agroecólogo convidado responsável por conduzir a oficina prática. O professor iniciou uma breve explanação teórica com o apoio de uma apresentação em PowerPoint, abordando conceitos básicos sobre compostagem, sua relevância ambiental e os benefícios associados à prática. Durante a explicação, ele incentivou a participação dos alunos, perguntando se conheciam o tema ou se já haviam experimentado a compostagem. A interação com os estudantes foi aproveitada para enriquecer a abordagem, valorizando o conhecimento prévio do grupo. Segue um trecho do diálogo inicial:

Professor: *Alguém aqui já ouviu falar sobre compostagem ou já fez em casa?*

Ohana: *Minha mãe coloca as cascas de frutas no quintal, mas é de vez em quando.*

Professor: *Isso já é um baita começo. Então vamos entender como transformar esses alimentos que seriam descartados em um adubo cheio de nutrientes para as plantas.*

No decorrer da explicação, foram abordados tópicos como a importância dos microrganismos no processo de decomposição, o tempo necessário para a compostagem ocorrer, as diferenças entre adubo orgânico e químico e os materiais que podem ser compostados. Durante esses momentos, o agroecólogo complementava as informações com detalhes sobre composteiras domésticas e outros métodos de compostagem, além de esclarecer dúvidas levantadas pelos alunos:

Agroecólogo: *Dentro das composteiras, os microrganismos vão transformar esse material orgânico em material útil para a planta. Eles comem os resíduos e produzem nutrientes para as plantas.*

Isabela: *A compostagem é tipo a reciclagem do lixo da cozinha?*

Agroecólogo: *Mais ou menos isso...é que na verdade nós não chamamos este material de lixo. O correto é chamar de alimento mesmo, porque se fosse lixo ele seria*

descartado. Mas isso é só pra deixar claro que o alimento que será utilizado é a nossa fonte de material orgânico que será transformado. Então falado isso, de certa forma você está certa também.... É uma reciclagem natural, feita pelos próprios componentes da natureza e potencializado por nós.

Na sequência, os alunos foram levados à horta da escola para a parte prática da aula. O objetivo era realizar uma oficina de compostagem utilizando restos de alimentos da cozinha escolar, preservados em geladeira desde o dia anterior. Para a atividade, foram disponibilizados seis caixas digestoras (composteiras), minhocas, serragem e folhas secas.

O agroecólogo iniciou a oficina destacando a importância das minhocas no processo de compostagem, explicando seu papel na aceleração da decomposição dos materiais:

Agroecólogo: As minhocas são como operárias da compostagem. Elas ajudam a acelerar o processo e produzem um adubo especial chamado húmus. Mas, se não tivermos minhocas, o processo ainda funciona, só que mais devagar.

Matheus: Essas minhocas são boas para pescar?

Agroecólogo: Não exatamente, mas elas são especialistas em transformar resíduos. São chamadas minhocas californianas, e o foco delas é trabalhar no solo.

Ele também reforçou que a compostagem poderia ocorrer sem a presença delas, embora o processo fosse mais lento. A seguir, ele explicou o funcionamento das caixas digestoras e demonstrou como montá-las, organizando camadas de terra, restos de alimentos, serragem e minhocas.

Figura 8: Agroecólogo explicando a montagem da composteira



Fonte: O autor (2023)

Com as instruções dadas, os alunos colocaram a mão na massa e participaram ativamente do preparo das composteiras, colocando camadas de terra, restos de alimentos, serragem e minhocas. Apesar do envolvimento da maioria, alguns preferiram apenas observar.

Durante a montagem das composteiras por parte dos alunos, o agroecólogo continuou tirando dúvidas dos alunos:

Melissa: Professor, pode colocar qualquer resto de comida? Tipo carne, queijo, frutas?

Agroecólogo: Depende. Como explicamos na sala, qualquer material orgânico pode vir para compostagem. Porém, na compostagem doméstica, evitamos restos de carne, laticínios e alimentos muito gordurosos, porque o forte cheiro produzido pode atrair insetos, além do incômodo do cheiro, principalmente o cheiro do gás metano. Também evitamos o cítrico por conta que as minhocas não gostam.

Após a montagem das caixas, o professor reuniu os alunos novamente para demonstrar o uso do termômetro digital. Ele inseriu o instrumento no material e explicou:

Professor: *Este termômetro nos ajuda a medir a temperatura da composteira. Quanto mais alta a temperatura, maior a atividade dos microrganismos. Olhem aqui, está marcando 16 graus agora e vai aumentar durante as próximas semanas.*

Davi: *Vai aumentar? O que faz aumentar?* — perguntou um aluno.

Professor: *Conforme os microrganismos começam a trabalhar, eles liberam calor. É como se eles estivessem queimando os restos de alimentos que estão aqui para transformá-los em nutrientes.*

Figura 9: Professor explicando uso do termômetro digital



Fonte: O autor (2023)

O professor encerrou a aula explicando que os grupos seriam responsáveis por monitorar semanalmente a temperatura da composteira, como forma de acompanhar o processo de decomposição. Ele destacou que esse monitoramento seguiria um protocolo de pesquisa, cujos detalhes seriam apresentados no próximo encontro.

Na segunda-feira, dia 2 de outubro, durante as duas primeiras aulas, o professor decidiu reunir os alunos da disciplina eletiva ao redor das composteiras. Essa decisão foi motivada pela necessidade de iniciar a análise da atividade das composteiras logo nos primeiros dias do processo, e considerando que nas duas próximas sextas-feiras não haveria aula devido aos feriados.

Compreendendo a importância de dar continuidade ao monitoramento, o professor solicitou a autorização ao diretor da escola para realizar essa atividade fora do horário da eletiva. O pedido foi prontamente aceito, demonstrando o apoio da gestão à proposta pedagógica.

Com os alunos reunidos ao redor das composteiras, o professor posicionou-se diante dos alunos para introduzir o protocolo de monitoramento da compostagem. Entregou as folhas com os protocolos para cada grupo e começou a explicar:

Professor: Agora que entendemos o conceito e a importância da compostagem, vamos aprender a monitorar o processo. O objetivo é acompanhar como os resíduos orgânicos se transformam em composto, analisando vários aspectos fundamentais.

Ele pegou o termômetro digital de solo para mostrar à turma. “O primeiro passo é medir a temperatura da composteira. Isso nos ajuda a avaliar a atividade dos microrganismos. O ideal é que ela esteja aumentando, indicando que eles estão trabalhando ativamente na decomposição. Então com cuidado pega o termômetro e coloca no centro da composteira e espera um tempinho para ver onde o termômetro vai parar. Ele parou de subir, você pega esse valor e anota no protocolo”.

Em seguida, ele explicou que aquele termômetro digital era 3 em 1, pois media a temperatura, o pH e a umidade do solo. Segurando o aparelho, agora na função de medidor de pH, ele prosseguiu:

Professor Outro fator essencial é o pH. Queremos que ele fique entre 6 e 8, porque isso cria um ambiente saudável para o processo. Usaremos esse medidor para verificar e ajustar, se necessário. Todo mundo lembra o que é pH?

Melissa: Professor, não lembro do pH?

Professor: Vamos lá... O pH é uma escala que usamos para medir o ácido ou base de um material. A régua (escala) vai de 0 a 14. Se o valor estiver abaixo de 7, o material é ácido. Se estiver acima de 7, é básico ou alcalino. E o 7, que é o meio dessa escala, representa um pH neutro.

André: Então tem que ficar entre 8 e 6?

Professor: É indicado... Se o pH for muito ácido, abaixo de 6, dificultar a atividade dos microrganismos e das minhocas responsáveis pela decomposição. Já se estiver muito básico, acima de 8 por exemplo, pode criar condições ruins, como mau cheiro ou proliferação de organismos indesejados. É por isso que é necessário monitorar o pH... para garantir que os microrganismos tenham um ambiente equilibrado para trabalhar.

Após o esclarecimento da dúvida acima, o professor pegou um punhado de material da composteira e demonstrou. *“A umidade é igualmente importante. Peguem um pouco de material e apertem. Se sair água, está muito úmido. Se desmoronar completamente, está seco demais. A consistência ideal é de uma esponja levemente úmida, sem gotejar. Depois que você fez esse procedimento, vai na tabela e anota”*

Apontando para a composteira, ele explicou sobre a observação visual. *“A cor do material também nos dá pistas. Inicialmente, veremos resíduos visíveis, mas, com o tempo, eles ficarão mais homogêneos e escuros, como terra. Ai você vai lá e anota. A cada passo vocês vão lá protocolo e anota”*

Por fim, ele introduziu o último teste. *“E, claro, temos o famoso teste da bolota. Vamos pegar um pouco do material e tentar formar uma bolota. Se ela desmanchar facilmente, o processo ainda está no início. Se a bolota se mantiver firme, estamos avançando bem na decomposição.”*

O professor explicou que cada grupo se revezaria na segunda para coletar os dados da composteira. O professor ficou responsável por chamar estes grupos para realizarem a coleta. Para finalizar, o professor reforçou a importância do protocolo.

Professor: Esse protocolo será nossa ferramenta para entender e avaliar o progresso da compostagem. Vamos registrar tudo de forma cuidadosa e usar esses dados para ajustar o processo, se necessário. Alguma dúvida até aqui? Não? Então bora lá

Quadro 5: Protocolo de observação – Evolução da Compostagem

PROTOCOLO DE MONITORAMENTO DA COMPOSTAGEM	
PARTE 1	
Temperatura	
1.	Coloque o termômetro no centro da composteira.
2.	Espere 3 minutos e observe o visor do termômetro.
3.	Registre na tabela o valor encontrado
pH	
4.	Vire a chave do termômetro para a função medidor de pH para medir a acidez ou alcalinidade do material.
5.	Mergulhe o medidor no centro da composteira e registre o valor do pH na tabela
Teste de Umidade	
6.	Pegue uma pequena quantidade de material e aperte na mão.
7.	Se sair água, o material está excessivamente úmido e você deve anotar como molhado. Se desmoronar é porque está seco.
8.	A umidade adequada é semelhante à de uma esponja úmida, mas não encharcada.
9.	Registro na tabela – Umidade: (adequado/molhado/seco)
Observação da Cor do Material	
10.	Observe a cor do material na composteira. No início, o material terá a cor original dos alimentos. À

medida que a decomposição avança, eles se tornam mais escuros.

Registro – Cor(Original, mudança de cor, cor de terra)

Observação dos Restos de Material

11. Verifique se os alimentos colocados na composteira estão sendo bem decompostos ou ainda são facilmente identificáveis.

Registro: íntegra/visível/desapareceu

Teste da Bolota

12. Pegue uma pequena quantidade de material da composteira e faça uma bolota (uma pequena bola) com as mãos.
13. Aperte a bolota para ver se ela se desmancha ou se mantém firme.
14. Se a bolota se desmanchar facilmente, a compostagem está em estágios iniciais. Se ela se manter firme, a decomposição está bem avançada.

Registro: Esfarelando/Bolota

Protocolo de Observação – Evolução da Compostagem

PARTE 2

Nome do Grupo:

Integrantes do Grupo:

	Temperatura	PH	Umidade	Cor	Restos	Teste da Bolota
29/09	16	6,8	Seco	Original dos alimentos	Íntegra	Esfarelando
Semana 1	19	6,8	Adequado	Mudando a cor	Visíveis	Esfarelando
Semana 2	25	6,8	Seco	Começando a ter cor de terra	Parte desapareceu	Esfarelando
Semana 3	28	6,9	Molhado	Começando a cor de Terra	Parte desapareceu	Bolota
Semana 4	29	6,9	Molhado	Cor de terra	Metade desapareceu	Bolota
Semana 5	31	6,9	Adequado	Cor de terra	Metade desapareceu	Bolota
Semana 6						
Semana 7						
Semana 8						
Semana 9						

Fonte: O autor (2023)

Após as instruções iniciais, todos os alunos retornaram para a sala de aula. Ao longo do dia, o professor chamou os grupos individualmente para realizar o primeiro monitoramento, garantindo que o processo fosse acompanhado de perto e orientado pelo docente. Abaixo, apresenta-se a transcrição da interação com o grupo 3, que se destacou por sua relevância para os objetivos do presente trabalho.

Professor: *Pessoal, dá mais uma olhada no protocolo de monitoramento primeiro para ver se vocês sabem o que fazer.*

Passados alguns minutos

Professor: *Beleza galera? Quem vai medir a temperatura primeiro?*

Ohana: *Deixa eu, professor!*

Ela pega o termômetro e insere no centro da composteira.

Ohana: *Tá marcando aqui 19 graus. É isso?*

Professor: *Tá ok.... Essa temperatura indica que os microrganismos estão trabalhando ativamente. Na sexta-feira quando eu medi estava 16 graus. Vocês lembram por que isso é importante?*

João: *É porque eles estão comendo o material e transformando em nutriente. Se a temperatura subiu, quer dizer que está funcionando.*

Professor: *Exatamente, João. Se está subindo a temperatura, quer dizer que os microrganismos estão atuando no material orgânico? E se a temperatura tivesse a mesma ou menor?*

Ohana: *Ah, acho que é por falta de material orgânico para os microrganismos se alimentarem, não é?*

Professor: *Acertou! Então, o que pode ser feito?*

Ohana: *Colocaria mais comida, e molharia um pouco o material, se estivesse seco.*

Professor: *Tá certo...também galera as vezes o material não reage como se espera porque tá muito seco. Então é necessário colocar um pouco de água. Tipo, jogar um pouquinho, não é para encharcar.*

Professor: *Agora, passa o medidor para o Rafael. Vamos agora medir o pH.*

Rafael *vira a chave do medido e coloca novamente o aparelho no centro da composteira.*

Rafael: *Aqui diz que o pH está 6,5. Isso é bom?*

Professor: *Sim, está dentro da faixa ideal. Agora pensem: por que é importante manter o pH nesta faixa mesmo?*

Fernanda: *Porque, se o pH ficar muito ácido ou muito básico, as minhocas não conseguem trabalhar direito. Isso atrapalharia a decomposição.*

Professor: *As minhocas e os microrganismos. Eles gostam de trabalhar nesse ambiente neutro*

Professor: *Pessoal, agora pensando em uma visão mais ampla. Vimos que a compostagem faz parte de um ambiente equilibrado, que permite o ciclo dos materiais. Por que isso é importante levando para outras áreas do meio ambiente?*

Rafael: *Para o meio ambiente funcionar bem, tudo precisa estar em equilíbrio. É igual o Marquinhos (nome fictício do agroecólogo) não dá para explorar mais do que a natureza consegue repor.*

Professor: *Bem demais, Rafael. O consumo desenfreado que vivemos hoje e que leva essa exploração em massa é o responsável pelo colapso ambiental que estamos vivenciando.*

João: *Também faz a gente pensar em como geramos muito lixo. Se a escola fizesse compostagem de tudo que vai para o lixo fizesse, daria para diminuir a quantidade de lixo que vai para o lixão.*

Professor: *Verdade, João. Mas só lembrando que Araçatuba tem aterro sanitário e não lixão. O aterro agride menos o ambiente, os espaços são preparados para receber os resíduos. Mas voltando a falar da compostagem, a ideia da compostagem é transformar o que seria considerado lixo em um recurso importante, como o adubo. Isso mostra podemos realizar ações que podem contribuir com um ambiente equilibrado, sustentável. Essas ações podem ter um impacto importante na defesa do meio ambiente. Legal vocês já estarem pensando de uma forma mais crítica. Só assim podemos reverter os problemas ambientais que enfrentamos. O que você acha Luciano?*

Luciano: *Dá para ajudar bem o meio ambiente .*

Professor: *Com certeza, Luciano. E vocês estão participando dessa disciplina estão se tornando cada vez mais conscientes e engajados com a defesa do meio ambiente. Vamos continuar monitorando e aprendendo juntos!*

Figura 10: Alunos aplicando o protocolo de monitoramento



Fonte: O autor (2023)

À medida que avançavam pelos demais itens do protocolo estabelecido, os alunos do grupo em questão demonstravam um grande nível de autonomia na execução das atividades. Essa independência mostrou que o protocolo estava claro para os discentes, assim como revelou a capacidade dos alunos de compreenderem e aplicarem os conhecimentos adquiridos.

Apêndice B – Entrevista com alunos

A entrevista com os alunos foi realizada em 2 de dezembro. Foram convidados os quinze estudantes que atingiram 80% de frequência nas aulas para responder a treze questões sobre o desenvolvimento da disciplina. Dentre as treze questões, selecionamos duas que consideramos mais relevantes para a presente pesquisa.

Vamos analisar separadamente as respostas das perguntas 2 e 4, a fim de discutir o projeto de vida dos alunos e identificar qual aula mais despertou seu interesse.

Inicialmente, apresentaremos as respostas à pergunta 2, referente ao projeto de vida dos alunos. Cabe ressaltar que, devido à riqueza de informações obtidas nos diálogos, foi necessário realizar alguns recortes ao longo da entrevista. O Quadro 19 apresenta as respostas.

Quadro 1: Resposta dos alunos em relação ao projeto de vida

Aluno(a)	Projeto de Vida
Ohana	Design de sobancelha
Melissa	Medicina e Biologia
Luciano	Jogador de futebol
Isabela	Enfermagem
Joel	Educação Física
Breno	Engenharia Civil ou Polícia Militar
Nayara	Esteticista e maquiadora
Bryan	Atleta
Eduardo	Administração ou Polícia Militar
Carolina	Gastronomia
André	Engenharia Mecânica ou Elétrica
Adriana	Educação Física ou Moda

Fonte: próprio autor (2023)

O objetivo desta pergunta foi traçar um breve perfil dos alunos que participaram das aulas. A seguir, questionamos os alunos sobre qual aula eles mais gostaram e qual menos gostaram. As respostas estão apresentadas no quadro abaixo.

Quadro 2: Resposta dos alunos em relação às aulas que mais gostaram e àquelas de que menos gostaram

Nome	Aula que mais gostou	Motivo	Aula que menos gostou	Motivo
Ohana	Compostagem	Interessante medir várias coisas	Palestra do nutricionista	Achou chata
Melissa	Análise microbiológica do solo	Analisar a quantidade de microrganismos foi interessante	Simulador (análise física)	Envolveu muito cálculo
Luciano	Visita ao sítio Agroflorestal	Ver uma agrofloresta em pé foi legal	Gostou de todas	—
Isabela	Compostagem	Aprender na prática a evitar desperdício	Análise física do solo	Errou muito nos cálculos
Breno	Visita ao sítio Agroflorestal	Gostou do passeio e dos indígenas cantando	Palestra	Dormiu durante a palestra
Nayara	Plantio de mudas e sementes	Gosta de mexer com plantas	Gostou de todas	—
Bryan	Análise laboratorial do solo	Interessante recolher e entender os resultados	Vídeos	Achou demorados
Eduardo	Compostagem	Ver a transformação do lixo em adubo foi legal	Vídeos	Achou demorados
Carolina	Visita ao sítio Agroflorestal	Alimentos sem agrotóxicos e com sabor diferente	Análise física do solo	Difícil interpretar as linhas e fazer cálculos
André	Análise biológica do solo	Gostou de usar lupa e equipamentos	Gostou de todas	—
Joel	Plantio de sementes	Gostou de mexer com a natureza	Pesquisa das plantas	Demorou muito

Fonte: próprio autor (2023)

Apêndice C – Entrevista com o professor parceiro da disciplina eletiva

A entrevista com o professor parceiro da disciplina foi realizada pelo aplicativo WhatsApp no dia 19 de dezembro. Foram feitas cinco perguntas com o objetivo de coletar informações do docente sobre a abordagem da Ciência Cidadã na disciplina da qual ele foi parceiro.

1. Qual é a sua formação acadêmica?

Sou formado em letras pela Toledo (Instituição de Ensino Superior localizada em Araçatuba-SP) desde 1994. Aí atuei por dois anos no Ezequiel(Escola Estadual Ezequiel Barbosa – Araçatuba) e não gostei. Fui trabalhar com vendas e fiquei trabalhando com isso até 2005, foi aí que voltei a lecionar no estado. Aí fiz uma especialização em ensino da Língua Portuguesa e recentemente acabei Pedagogia no Claretiano (Instituição de ensino superior na modalidade EAD).

2. Você já conhecia a Abordagem da Ciência Cidadã? Já utilizou alguns elementos dessa abordagem em suas aulas? Se sim, Como?

Não, eu não conhecia a Abordagem da Ciência Cidadã até o momento. Nunca utilizei elementos dessa abordagem em minhas aulas, pois minha formação e prática docente sempre estiveram mais voltadas para o ensino tradicional da Língua Portuguesa, com foco em gramática, interpretação de textos e produção textual. Nunca tive contato com materiais ou formações que explorassem a Ciência Cidadã como estratégia pedagógica.

3. Quais foram os pontos positivos da abordagem da Ciência Cidadã nas aulas? E os pontos negativos?

“Eu achei a Abordagem da Ciência Cidadã muito positiva em diversos aspectos. As atividades práticas foram um grande diferencial, permitindo que os alunos se envolvessem de forma mais concreta com os conteúdos. A interação entre aluno e nós também se tornou mais dinâmica, assim como o protagonismo dos estudantes, que passaram a assumir um papel mais ativo no processo de aprendizagem. Além disso, a interdisciplinaridade foi um ponto forte, pois conseguimos relacionar diferentes áreas do conhecimento. Outro aspecto interessante foi a conversa entre os próprios alunos dentro dos grupos, o que favoreceu a troca de ideias, e as visitas de profissionais de outras áreas, que trouxeram novas perspectivas para as aulas. Em relação aos pontos

negativos, não identifiquei nenhum fator que comprometesse as aulas, apenas percebi que alguns alunos aproveitaram as práticas para se dispersarem pela escola.”

4. Quais foram as aulas que você achou mais interessantes? E as menos interessantes?

Acho que a aula que fizemos a primeira análise, os alunos ficaram bem animados. Para eles era novidade mexer com aqueles equipamentos do laboratório seguindo aqueles protocolos. Foi legal ver os alunos colocando a mão na massa e anotando os dados para discutir. A aula de compostagem também foi bem legal, pois muitos saíram dali falando que iam fazer em casa...isso aí é replicagem, e que nós precisamos muito nesse momento dessas mudanças climáticas...além das discussões, eles veem na prática como podem contribuir.

5. Você notou alguma mudança na participação dos alunos durante as aulas com a abordagem da Ciência Cidadã utilizada na disciplina? Que tipos de mudanças ocorreram? De que maneira eles se expressavam ao longo das aulas? Na sua opinião, essa abordagem favoreceu a aprendizagem de determinados conteúdos científicos? Se sim, quais?

Acho que eles ficaram mais animados para participar das aulas pelo fato de haver experiências, coleta de dados e a oportunidade de analisá-los junto com os profissionais de fora. Acho que a visita ao sítio do Aderbal contribuiu muito para a aprendizagem deles, porque ficaram admirados com a explicação do pessoal sobre agrofloresta. Em relação aos conteúdos, acredito que trabalharam bastante matemática, biologia e temas ligados à preservação do meio ambiente. Conforme as discussões iam acontecendo, era perceptível que eles estavam compreendendo o assunto e debatendo com propriedade. Acredito que o formato dessa abordagem possibilitou isso.

ANEXOS

Anexo A – Ofício de autorização para participação dos estudantes



À Direção da Escola Estadual Professor Arthur Leite Carrijo

AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO DOS ESTUDANTES

Vimos por meio desta solicitar autorização para participação dos estudantes de sua escola em atividades (questionário, entrevistas, dinâmicas, estudos e visitas) relacionadas ao projeto EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO DESENVOLVIMENTO DA CIÊNCIA-CIDADÃ E ENGAJAMENTO SOCIAL, com financiamento do CNPq e sob a responsabilidade da Profa Maria de Lourdes Spazziani.

O referido projeto tem por objetivo fomentar a formação científica de alunos e professores por meio de projetos de pesquisa de intervenção interdisciplinar (PPI) relacionada à educação ambiental incluindo saúde ambiental e sustentabilidade.

Em nenhum momento a escola, os estudantes, os funcionários e docentes serão identificados e os dados produzidos serão utilizados única e exclusivamente para publicação no campo acadêmico.

No aguardo de sua atenção,

Atenciosamente,

Botucatu, 20 de fevereiro de 2020.

Profa. Associada Maria de Lourdes Spazziani
Departamento de Ciências Humanas e Ciências da Nutrição e Alimentação
IBB/UNESP/Botucatu/SP

AUTORIZAÇÃO

Eu, João A. Benjamini, responsável pela EE Prof. Arthur Leite Carrijo autorizo a participação dos estudantes nas atividades do projeto.

Assinatura e carimbo (se houver)

Data:

20/02/2020

João Alexandre Benjamini
RG 14.834.225-5
DIRETOR DE ESCOLA

unesp

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
Câmpus de Botucatu

(14) 3880-0162
Departamento de CHNA
ibb.unesp.br

R. Prof. Doutor Antonio Celso Wagner Zanin, 250
CEP: 18618-689 - Botucatu/SP

Anexo B – Perfil dos professores participantes da Oficina

Professor	Sexo	Idade (anos)	Formação (Licenciatura)	Tempo de atuação (anos)	Disciplina
1	Feminino	54	Educ. Física	25	Educação Física
2	Feminino	43	História	21	História/Geografia
3	Feminino	59	História	29	História
4	Feminino	53	Artes	24	Artes
5	Feminino	42	Química	15	Química
6	Masculino	33	Matemática	10	Matemática/Física
7	Feminino	32	Letras	9	Português
8	Feminino	28	Letras	5	Português
9	Feminino	47	Matemática	23	Matemática
10	Feminino	43	Artes	13	Artes
11	Feminino	31	História	7	História/Geografia
12	Feminino	48	Artes	20	Artes
13	Feminino	58	Letras	24	Readaptada
14	Masculino	48	Matemática	22	Matemática
15	Masculino	44	Matemática	6	Matemática
16	Feminino	55	Letras	23	História/Geografia
17	Feminino	43	Letras	20	Inglês
18	Feminino	47	Letras	19	Classe hospitalar
19	Feminino	46	Letras	22	Português
20	Feminino	41	Letras	14	Português
21	Feminino	47	Matemática	22	Matemática/Física
22	Feminino	58	Matemática	19	Mediação Escolar
23	Masculino	56	Ciên./Mat.	28	Matemática/Ciências
24	Feminino	39	Letras	14	Inglês
25	Masculino	43	Ed. Física	20	Direção
26	Feminino	53	Filosofia	23	Filosofia/Sociologia

Anexo C – Ementa da disciplina Educação Ambiental e Sociedade

<u>PLANO DA ELETIVA</u>	
Título	Educação Ambiental e Sociedade
Professor	Thiago Paoli e Nei Fonseca
<u>EMENTA</u>	
Educação ambiental e cidadania. Teoria e prática da educação ambiental. Princípios da sustentabilidade. Relação educação ambiental e qualidade de vida. Abordagens interdisciplinares, transdisciplinar. Integração espaço educativo-ambiente – comunidade	
<u>JUSTIFICATIVA</u>	
Mediante o profundo descompromisso do ser humano com o meio ambiente, o nosso planeta está caminhando para um colapso ambiental que promoverá a extinção do ser humano e de outras espécies. O caminho para a reversão dessa grave crise ambiental que estamos vivenciando é a educação das futuras gerações para que eles possam assumir o protagonismo na mudança de postura que a sociedade vem tendo com a natureza. Dessa forma, a disciplina busca através do aprofundamento dos conhecimentos científicos, fomentar uma consciência ambiental crítica para que eles possam exercer esse papel e serem difusores de práticas que promovam a sustentabilidade nas ações humanas.	
<u>OBJETIVOS</u>	
Fomentar a formação científica de alunos por meio de projetos de pesquisa relacionada à educação ambiental incluindo saúde ambiental e sustentabilidade.	
<u>HABILIDADES DESENVOLVIDAS</u>	
EF07CI08 Identificar possíveis impactos provocados pela ocorrência de catástrofes naturais ou alterações nos componentes físicos, biológicos ou sociais de um ecossistema e avaliar de que maneira podem afetar suas populações quanto às possibilidades de extinção de espécies, alteração de hábitos, migração, entre outras EF08CI16 Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação e análise de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana EF09CI13 Propor iniciativas individuais e coletivas para a solução de problemas ambientais da comunidade e/ou da cidade, com base na análise de ações de consumo consciente e de sustentabilidade bem-sucedidas.	
<u>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</u>	
1. Inter-relação entre Educação, Sociedade e Ambiente – A crise socioambiental; – Problematizando as concepções de meio ambiente e desenvolvimento sustentável 2. Meio Ambiente como propulsor de saúde e qualidade de vida – Produção de alimentos orgânicos através de intervenção agroflorestal – Plantas e ervas medicinais – Atividades ao ar livre como promotores de saúde física e mental	
<u>METODOLOGIA</u>	
Será abordado nas aulas conhecimentos teóricos e práticos que permeiam os conteúdos ministrados. Na parte teórica teremos apresentação de textos, vídeos e aulas expositivas. Já na parte prática, teremos experimentos, simulações e intervenções agroflorestais, além de saídas de campo pertinentes ao tema estudado.	
<u>RECURSOS DIDÁTICOS</u>	
Será utilizado notebook, projetor, TV, ferramentas de horta e materiais do laboratório de Biologia e Ciências.	
<u>CULMINÂNCIA</u>	
Será apresentado através de vídeos e posters as etapas percorridas pela disciplina durante o semestre letivo, com a distribuição de folders explicativos sobre plantas e ervas medicinais, além de uma degustação de chás e distribuição de mudas desse tipo de plantas.	
<u>AValiação</u>	

A avaliação será contínua, através da análise do envolvimento dos alunos nas atividades desenvolvidas e dos relatórios entregues pelos alunos.

CRONOGRAMA SEMESTRAL

As atividades serão desenvolvidas entre os dias 30/08 até 15/12.

REFERÊNCIAS

BRÜGGER, Paula. Educação ou adestramento ambiental?. [Florianópolis] : Letras Contemporâneas, 1995.

DIAS, G.F. Os quinze anos da educação ambiental no Brasil: um depoimento. Em Aberto, Brasília, v. 10, n. 49, p. 3-14, jan./mar. 1991.

FOLADORI, G. O desenvolvimento sustentável e a questão dos limites físicos. In: _____. Limites do desenvolvimento sustentável. Tradução de M. Manoel. Campinas. Campinas: Unicamp. 2001. cap. 5, p. 101-140.

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 42.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2005. 213 p.

GONÇALVES, C.W.P. Os (Des) caminhos do Meio Ambiente. São Paulo: Contexto, 1998.

LAYRARGUES, P.P. (Org). Identidades da educação ambiental brasileira. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2004.

LIMA, G. O discurso da sustentabilidade e suas implicações para a educação. Ambiente & Sociedade, Campinas, v. 6, n. 2, p. 99-119, jul./dez. 2003. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414753X2003000300007&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 25 jun. 2006.

**Anexo D – Autorização para participação da pesquisa na eletiva
“Educação Ambiental e Sociedade”**

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____,
CPF: _____, RG: _____ responsável
pelo(a) aluno(a) _____
pertencente ao ___º ano, matriculado na escola Estadual Profº. Arthur Leite Carrijo, autorizo o(a) aluno(a) a participar da pesquisa “Ciência Cidadã para o desenvolvimento da Educação Ambiental e Engajamento Social” que será desenvolvida na disciplina eletiva “Educação Ambiental e Sociedade” durante as duas primeiras aulas da sexta-feira. O objetivo é coletar dados das aulas ministradas para otimizar a prática docente. O responsável pela pesquisa é o mesmo professor da disciplina, e professor da unidade escolar, Thiago Paoli. Salientamos que em nenhum momento os alunos serão identificados e que os dados coletados servirão apenas para fins acadêmicos.

Araçatuba, 18 de agosto de 2023.

Assinatura do Responsável