

**UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E MUCURI
FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE - FCBS
DEPARTAMENTO CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – DCBIO
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS (LICENCIATURA)**

Rayane Aparecida Soares Martins

**ESTUDO DE CASO COMO PRÁTICA EPISTÊMICA DE CIÊNCIAS BASEADA EM
UMA TECNOLOGIA SOCIAL**

Diamantina

2023

Rayane Aparecida Soares Martins

**ESTUDO DE CASO COMO PRÁTICA EPISTÊMICA DE CIÊNCIAS BASEADA EM
UMA TECNOLOGIA SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como requisito para obtenção do título de Licenciado(a) em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Wellington Rocha Fernandes.

Diamantina

2023

RAYANE APARECIDA SOARES MARTINS

**ESTUDO DE CASO COMO PRÁTICA EPISTÊMICA DE CIÊNCIAS BASEADA EM
UMA TECNOLOGIA SOCIAL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Banca Examinadora da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, como exigência parcial para obtenção do título de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. O Dr. Geraldo Wellington Rocha Fernandes.

Data de aprovação: 04/07/2023.

Profa. Dra. Luciana Resende Allain
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM

Profa. Dra. Angélica Oliveira de Araújo
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde - UFVJM

Prof. Deisiene Gonçalves Guedes de Matos
Faculdade de Ciências Biológicas e da Saúde- UFVJM

Diamantina/2023

Dedico este trabalho a minha querida família,
e em especial a minha mãe, o meu maior
exemplo de ser professora por amor.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer primeiramente a Deus, por sempre me abençoar e dar forças para que conseguisse cumprir meu tão sonhado objetivo.

Aos meus pais Magno e Maria da Purificação, minha irmã Patrícia e meu cunhado Rafael que desde o início apoiaram e acreditaram em meu sonho. Ao meu namorado Jonathas, pelo total incentivo para que a vitória fosse alcançada.

Agradeço toda minha família pelo apoio, e de maneira especial os meus avós e meu Tio Lessi que sonharam junto comigo esse momento e hoje estão junto de Deus me amparando.

A todos os meus colegas, que me apoiaram e mostraram dispostos em ajudar em todos os momentos e em especial a Flávia que esteve comigo na maior parte do curso.

Agradeço de coração ao meu orientador, professor Geraldo pela atenção e dedicação durante toda a minha jornada no curso e por ter acreditado no meu potencial. Meu muito obrigada a minha coordenadora do Residência Pedagógica professora Luciana que sempre se dispôs a me ajudar e abriu os meus olhos para a tamanha oportunidade em realizar esse trabalho em minha cidade.

Agradeço à Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, ao Departamento de Ciências Biológicas, a todos os professores e técnicos que compartilharam comigo todos seus conhecimentos, experiências e aconselhamentos.

Agradeço a Escola Estadual Imaculada Conceição pela parceira e em especial aos estudantes do 2º ano/2023 por participarem dessa pesquisa.

E por fim, gratidão ao GOU por ter sido o alicerce da minha fé na cidade de Diamantina. E todos que não foram mencionados, mas que fizeram presentes durante a minha jornada, meu muito obrigada!

RESUMO

O presente trabalho teve o objetivo de caracterizar os domínios e categorias relacionadas à Alfabetização Científica dos estudantes do Ensino Médio, a partir do estudo de uma Tecnologia Social utilizando a abordagem do Estudo de Caso como prática de ensino e a argumentação como prática epistêmica. Foi elaborada uma Sequência Didática (SD), baseada na abordagem de ensino sobre Estudo de Casos de Ensino ou Casos de Ensino de Ciências e em uma Tecnologia Social. Os procedimentos metodológicos da pesquisa se caracterizaram por meio da abordagem qualitativa e exploratória descritiva. Os sujeitos que participaram da pesquisa foram 33 estudantes do 2º ano do Ensino Médio, de uma escola piloto no município de Monjolos (MG). Os instrumentos de coleta de dados consistiram nas respostas das atividades desenvolvidas por cinco grupos de estudantes. A pesquisa realizada contou com o Programa Residência Pedagógica do Curso Ciências Biológicas junto com o Grupo de Estudos e Pesquisas em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências (GEPAMEC). A metodologia de análise dos dados foi baseada no referencial teórico-metodológico, proposto por Cavagneto, que descreve os três domínios para examinar como as intervenções argumentativas no ensino de Ciências foram usadas para desenvolver a Alfabetização Científica dos participantes.: 1. Natureza da intervenção argumentativa; 2. Ênfase da atividade argumentativa; e 3. Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa. Após a análise, foi possível verificar que o Estudo de Caso no Ensino de Ciências é uma abordagem que possibilita aos estudantes refletir sobre casos reais ou simulados, sendo capazes de conectar os conteúdos científicos com a sua realidade, além de buscar por soluções, tomar decisões importantes frente aos problemas apresentados, argumentar e potencializar a interação entre os estudantes durante a construção de conhecimento. Essa abordagem mostrou-se significativa para o ensino de Ciências por meio das práticas epistêmicas, e o desenvolvimento da Alfabetização Científica, em que todos os grupos analisados correlacionaram com os domínios de Cavagneto e com suas respectivas categorias. A adoção de Tecnologias Sociais no ensino de Ciências proporcionou a participação e o diálogo entre os estudantes, além de contribuir por planejamentos autossustentáveis. Portanto, metodologias e abordagens diferenciadas tornam o ensino de Ciências mais significativo aos estudantes, em busca de construir uma sociedade justa e equilibrada para o meio ambiente.

Palavras-chave: Alfabetização Científica. Práticas Epistêmicas. Estudo de Casos de Ensino de Ciências. Tecnologias Sociais.

ABSTRACT

This work aimed to characterize the domains and categories related to the Scientific Literacy of High School students, from the study of a Social Technology using the Case Study approach as a teaching practice and argumentation as an epistemic practice. A Didactic Sequence (DS) was elaborated, based on the teaching approach on Teaching Case Studies or Science Teaching Cases and on a Social Technology. The methodological procedures of the research were characterized by means of a qualitative and exploratory descriptive approach. . The subjects who participated in the research were 33 students of the 2nd year of high school, from a pilot school in the municipality of Monjolos (MG). The data collection instruments consisted of responses to the activities carried out by five groups of students. The research carried out relied on the Pedagogical Residency Program of the Biological Sciences Course together with the Study and Research Group on Approaches and Methodologies for Teaching Science (GEPAMEC). The data analysis methodology was based on the theoretical-methodological framework, proposed by Cavagneto, which describes the three domains to examine how argumentative interventions in Science teaching were used to develop the participants' Scientific Literacy.: 1. Nature of the argumentative intervention ; 2. Emphasis on argumentative activity; and 3. Aspects of science included in the argumentative activity. After the analysis, it was possible to verify that the Case Study in Science Teaching is an approach that allows students to reflect on real or simulated cases, being able to connect scientific content with their reality, in addition to looking for solutions, making decisions important in the face of the problems presented, argue and enhance the interaction between students during the construction of knowledge. This approach proved to be significant for the teaching of Science through epistemic practices, and the development of Scientific Literacy, in which all analyzed groups correlated with Cavagneto's domains and with their respective categories. The adoption of Social Technologies in Science teaching provided participation and dialogue among students, in addition to contributing to self-sustaining planning. Therefore, differentiated methodologies and approaches make Science teaching more meaningful to students, seeking to build a fair and balanced society for the environment.

Keywords: Scientific Literacy. Epistemic Practices. Study of Teaching Cases. Social Technologies.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Leitura e discussão em pequenos grupos	25
Figura 2: Soluções propostas pelos grupos.....	25
Figura 3: Aula expositiva dialogada sobre dengue.....	25
Figura 4: Apresentação de vídeos.....	25
Figura 5: Elaboração do panfleto informativo.....	26
Figura 6: Panfletos dos grupos	26
Figura 7: Roda de conversa	26
Figura 8: Aula expositiva	26
Figura 9: Confeção da Armadilha fase inicial	28
Figura 10: Confeção da Armadilha fase final.....	28
Figura 11: “Armadilha do mosquiteiro” finalizada	29
Figura 12: Cortes das garrafas pets.....	30
Figura 13: Cortes dos tubos de PVC	30
Figura 14: Protótipo da “Captação de água de chuva”	31
Figura 15: Explicando o sistema de “Captação de água de chuva”.....	32
Figura 16: Explicação funcionamento interno do sistema de “Captação de água de chuva” ...	32
Figura 17: Simulação do funcionamento da “Captação de água de chuva”	33
Figura 18: Desmontagem do sistema “Captação de água de chuva”	33
Figura 19: Desmontagem do protótipo da “Captação de água de chuva”	33
Figura 20: Os grupos continuando a história do Senhor João	34
Figura 21: A turma finalizando a história do estudo de caso	34

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Categorias para identificar as concepções sobre a Natureza da Tecnologia	9
Quadro 2: Passos ou organizações para o desenvolvimento de casos nas aulas de Ciências...	14
Quadro 3: Etapas para o desenvolvimento do Estudo de Casos.....	14
Quadro 4: Domínios, codificação de categorias e descrições para cultivar a literária científica	17
Quadro 5: Esquema TAP ou Padrão Argumentativo de Toulmin	19
Quadro 6: Organização para o desenvolvimento de casos nas aulas de Ciências	21
Quadro 7: Síntese da Sequência Didática (SD)	23
Quadro 8: Caracterização do Estudo de Caso de Ciências	24
Quadro 9: Modelo elaborado para confecção da “Armadilha Mosquiteiro”	27
Quadro 10: Confecção do protótipo	30
Quadro 11: Croqui elaborado	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CEP	Comitê de Ética e Pesquisa
EC	Estudo de Caso
ECEC	Estudo de Caso de Ensino de Ciências
GEPAMEC	Grupo de Estudos e Pesquisas em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências
MADECS	Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências
NdT	Natureza da Tecnologia
SD	Síntese da Sequência Didática
TAP	Padrão Argumentativo de Toulmin

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	6
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	8
2.1	Natureza da Tecnologia (NdT): alguns entendimentos para a educação em Ciências.....	8
2.2	Tecnologia Social: alguns aspectos e a sua natureza	10
2.3	Estudo de Caso como prática educativa para o ensino de Ciências	12
2.4	Argumentos e Argumentação como práticas epistêmicas.....	15
3	METODOLOGIA DE ENSINO: UM CASO DE ENSINO DE CIÊNCIAS A PARTIR DE UMA TECNOLOGIA SOCIAL	21
3.1	A organização para o desenvolvimento de um caso nas aulas de Ciências.....	21
3.2	A Sequência Didática: Estudo de um Caso de Ciências e Tecnologia Social	23
3.2.1	<i>Confecção da armadilha mosquiteiro</i>	<i>27</i>
3.2.2	<i>Construção do protótipo da Tecnologia Social “Captação de água de chuva” ...</i>	<i>29</i>
4	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	35
4.1	Caracterização da Pesquisa	35
4.2	Caracterização do Cenário e dos Participantes da Pesquisa	35
4.3	Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados	36
4.4	Metodologia de Análises dos Dados.....	37
5	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
5.1	Natureza da intervenção argumentativa	37
5.1.1	<i>A partir dos dados provenientes da análise do caso</i>	<i>38</i>
5.1.2	<i>A partir dos dados provenientes da Tecnologia Social</i>	<i>39</i>
5.1.3	<i>A partir dos dados provenientes da retomada do caso</i>	<i>39</i>
5.2	Ênfase da atividade argumentativa.....	39
5.2.1	<i>A partir dos dados provenientes da análise do caso</i>	<i>40</i>
5.2.2	<i>A partir dos dados provenientes da Tecnologia Social</i>	<i>44</i>
5.2.3	<i>A partir dos dados provenientes da retomada do caso</i>	<i>44</i>
5.3	Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa.....	45
5.3.1	<i>A partir dos dados provenientes da análise do caso</i>	<i>46</i>
5.3.2	<i>A partir dos dados provenientes da Tecnologia Social</i>	<i>48</i>
5.3.3	<i>A partir dos dados provenientes da retomada do caso</i>	<i>48</i>
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	50

7	REFERÊNCIAS.....	52
8	APÊNDICES	55

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia está presente no dia a dia das pessoas, mas é corriqueiro ou simplista pensar que a sociedade atual está vivendo em uma era cada vez mais tecnológica. E com isso, as pessoas acabam associando a tecnologia ao contexto ligado às "máquinas mais sofisticadas" ou, de acordo com a Natureza da Tecnologia (NdT), à concepção "instrumental" (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021). Conforme Kenski (2003), tecnologia é uma junção de conhecimentos científicos onde se emprega a elaboração e a produção de algo para uma determinada funcionalidade. Dessa forma, a tecnologia sempre esteve presente na sociedade como na cocção dos alimentos até os novos equipamentos que tornam o trabalho mais facilitado e produtivo.

Na maioria das vezes não enxergamos que algo é uma tecnologia, porque isso já se faz comum em nossas vidas, pois cada época existe uma tecnologia, onde estamos todo tempo lidando com um tipo diferente. "Para construir qualquer equipamento - seja uma caneta esferográfica ou um computador -, os homens precisam pesquisar, planejar e criar tecnologias." (KENSKI, 2003, p.2). De acordo com Dagnino (2014), é um grande desafio ter a tecnologia de maneira que seja para inclusão social, pelo fato que existe na atualidade a Tecnologia Convencional que visa o capitalismo causando a exclusão social, a qual poupa mais os trabalhadores nas empresas visando à produção por máquinas.

Entretanto, tem se intensificado os princípios científicos para produzir os avanços sociais por meio da sociedade, determinada na resolução de questões do cotidiano sendo definida como Tecnologia Social, que visa inclusão social, buscando solucionar em escala os problemas sociais, encontrados dentro da sociedade que não consegue alcançar os produtos da Tecnologia Convencional (ANDRADE; VALADÃO, 2017).

Portanto, levando em conta o papel social de ser o local de desenvolvimento do cidadão, a educação tem a capacidade de ampliar o leque do pensamento crítico diante das vivências cotidianas, sendo que no ambiente escolar é evidente a existência das relações sociais. Com isso, "as relações afetivas do professor com os alunos se aprofundam na ação pedagógica e influenciam de forma significativa o processo ensino aprendizagem" (SILVA; SERRA, 2013, p. 10).

Nesse sentido, se considerarmos tradicionalmente o modo de ensino totalmente enraizado apenas na teoria, onde os estudantes ocupam o lugar passivo durante as aulas e com conteúdos já estabelecidos, não será possível desenvolver reflexões críticas aos conhecimentos adquiridos durante as aulas. De acordo com Silva e Serra (2013), é imprescindível que os

estudantes iniciem os conhecimentos sobre os eventos naturais ao seu redor para o entendimento da natureza. Diante disso, no ensino de Ciências existe uma necessidade de abordagens que sejam mais significativas.

Assim sendo, como forma de aprimorar o ensino tradicional e tirar o ensino de Ciências da visão de uma posição neutra, Fernandes, Allain e Dias (2022) ressaltam a importância de compreender o papel das Metodologias e Abordagens Diferenciadas em Ensino de Ciências (MADECS) e como elas podem ser organizadas em práticas educativas. Uma das práticas educativas destacada por Fernandes, Allain e Dias (2022) é a prática numa perspectiva de educar por pesquisas e projetos, como por exemplo, o “Estudo de Caso de Ensino” ou “Casos de Ensino de Ciências”, que é uma abordagem de ensino que aproxima os estudantes dos cenários reais ou fictícios, sendo nomeado de “casos”. Essa prática de ensino aproxima os estudantes para aprendizado dos conceitos científicos, proporcionando o pensamento crítico (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022; QUEIROZ; CABRAL, 2016).

Segundo Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), tem se intensificado estudos que refletem e apontam a linguagem argumentativa dos estudantes para o processo de ensino e aprendizagem no ambiente escolar. Sendo assim, é importante fazer com que os estudantes consigam no ensino de Ciências apropriar-se da argumentação para que se possa ter uma aprendizagem que seja mais significativa (SASSERON; CARVALHO, 2011).

Nesta perspectiva, este trabalho propõe responder a seguinte questão: *Como se caracteriza a argumentação dos estudantes, como prática epistêmica, a partir da aplicação de uma Tecnologia Social baseada na abordagem “Estudo de Caso no Ensino de Ciências”?*

O presente estudo tem como objetivo geral: caracterizar os domínios e categorias relacionadas à Alfabetização Científica dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio, a partir do estudo de uma Tecnologia Social utilizando a abordagem do Estudo de Caso como prática de ensino e a argumentação como prática epistêmica. E para auxiliar a compreensão da construção do conhecimento tecnológico e científico dos estudantes, propõem-se, a partir dos estudos teórico-metodológicos de Cavagnetto (2010), alcançar os seguintes objetivos específicos:

1. Compreender a natureza da intervenção argumentativa dos estudantes para desenvolver a Alfabetização Científica;
2. Caracterizar as principais ênfases da atividade argumentativa dada pelos estudantes;
3. Identificar os principais aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa.

Portanto, essa pesquisa se justifica pela importância em compreender como os estudantes podem adquirir novos conhecimentos, a partir de uma visão mais crítica sobre a temática e seu processo de aprendizado, além de estarem informados, não somente sobre os

conteúdos propostos, mas conscientes de possibilidades e soluções para a aplicação do conhecimento. Também se justifica em caracterizar os efeitos da perspectiva do Estudo de Caso, baseada em uma Tecnologia Social, uma vez que é pouco abordada e aprofundada nas aulas de Ciências da Natureza. Assim, a finalidade desse texto é empenhar-se na sua compreensão, organizada em sequência didática, a partir de uma Tecnologia Social, com estudantes do ensino médio, em busca de compreender como práticas pedagógicas e epistêmicas podem estimular a criatividade, a reflexão crítica, o processo de ensino e aprendizagem de um conteúdo significativo da realidade dos alunos da educação básica.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

No momento atual, com o desenvolvimento da ciência e da tecnologia, estão ocorrendo mudanças no contexto social da atualidade, que estão sendo refletidas nos setores educacionais, econômicos, políticos, sociais e na evolução do homem em geral. Segundo Santos e Mortimer (2002), alfabetizar os cidadãos em ciência e tecnologia é hoje uma necessidade do mundo contemporâneo. Diante disso, considerando o papel social de ser o local de desenvolvimento do cidadão, o ensino propõe, além do estudo de conceitos, leis, teorias, conteúdos conceituais, procedimentos e atitudes, uma alfabetização científica e tecnológica para que os alunos possam construir pensamento crítico frente a sua realidade.

2.1 Natureza da Tecnologia (NdT): alguns entendimentos para a educação em Ciências

Segundo Szczepanik (2015), vários estudos são voltados sobre a filosofia da tecnologia, destacando que a compreensão sobre o conceito da palavra tecnologia é visto como algo complexo. No entanto, esse autor apresenta que existem alguns filósofos que apontam a existência de uma ligação entre o campo da ciência e da tecnologia, sendo assim estabelecidos modelos diferentes presentes nesses campos. Nesse contexto, existe uma dificuldade acerca da definição de tecnologia, pois ao longo da história se tem estudos que apontam para ambiguidade desse termo ocasionando impactos no campo da educação visto que, a sociedade está passando frequentemente por modificações oriundas do avanço tecnológico, sendo evidente cada vez mais na sociedade atual a busca constante por inovações tecnológicas (VERASZTO *et al.*, 2013).

No entanto, a NdT não está relacionada apenas ao digital, mas também é uma questão histórica, onde cada época tem a sua própria tecnologia. Com isso, é necessário proporcionar aos estudantes uma educação tecnológica que visa um olhar mais crítico. Mas, todavia é importante desmistificar as concepções que existem acerca do termo tecnologia. Estudos apontam que as concepções dos estudantes e professores para o termo tecnologia são vistas de maneira limitadas (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021), e que, para superá-las, se fazem necessárias ações pedagógicas (formação inicial e continuada de professores) (VERASZTO *et al.*, 2013) e compreensão sobre as principais concepções da NdT (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021).

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), sintetiza os principais tipos de concepções sobre a NdT. O Quadro 1 apresenta algumas categorias, com suas respectivas definições e exemplos de concepções de crianças e jovens, que representam as diferentes concepções:

Quadro 1: Categorias para identificar as concepções sobre a Natureza da Tecnologia

CATEGORIAS	DEFINIÇÃO	EXEMPLOS
Concepção instrumental	Caracterizada por coleção de ferramentas, instrumentos e máquinas.	[Tecnologia] É o computador. O celular é uma tecnologia.
Concepção cognitiva	Caracterizada como resultado da aplicação de conhecimentos teóricos.	Tecnologia seria uma forma das pessoas aprenderem mais sobre as coisas.
Concepção sistêmica	Caracterizada como um sistema complexo e estruturado de componentes: instrumentos, habilidades, processos de produção e controle, questões organizativas, recursos legais, recursos naturais, aspectos científicos, repercussões sociais, meio-ambiente etc.	Tecnologia significa ciência. (científico-tecnológico) Avanço de muitas coisas, pois antes tinha que cozinhar no fogão a lenha e agora as pessoas têm fogão automático. (histórico-cultural) Tecnologia para mim seria uma forma de descobrir o mundo! (técnico-metodológico)
Concepção de valores	Caracterizada por opiniões baseadas num ponto de vista pessoal e/ou num juízo de valor em relação à ciência.	É uma coisa boa!

Fonte: Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021, p. 115).

Dessa forma, observa-se que em relação à concepção sobre a NdT, existe uma complexidade na definição desse conceito, e umas das críticas que se tem é sobre a tecnologia ser vista na sociedade com uma concepção instrumental, ou seja, a NdT é identificada como um objeto, artefato ou instrumento relacionado ao digital. Nesse sentido, “entender a tecnologia

como um sistema complexo é buscar superar a concepção distorcida da NdT e inseri-la dentro de um contexto social, político, econômico e cultural, distanciando-a de seu caráter neutro.” (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p. 116).

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021) apresentam algumas concepções sobre a NdT, a partir dos resultados do estudo desenvolvido com as crianças na escola, e ressaltam que as “concepções não apresentam ser muito diferentes das que surgem na literatura e a principal delas é a concepção instrumental da tecnologia” (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p. 131).

Em relação ao estudo sobre a concepção cognitiva da natureza da tecnologia é observado que o olhar da criança em relação à tecnologia é diferente, sendo que as respostas “buscam caracterizar a tecnologia como aplicação de conhecimentos teóricos” (FERNANDES, RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p. 131). Nesse sentido, o estudo apontou também que as respostas das crianças sobre tecnologia ora estão voltadas para aplicação do conhecimento, ora contribuem para a aprendizagem. O estudo de Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021) também apresenta que “As falas dos alunos caracterizam que a aplicação tecnológica se produz debaixo do amparo do conhecimento teórico.” (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p. 134).

2.2 Tecnologia Social: alguns aspectos e a sua natureza

Segundo Mortimer (1998), no ensino de Ciências, é muito importante buscar relacionar contextos históricos, sociais e tecnológicos. No entanto, no final do século XIX as discussões tecnológicas se aproximavam do campo de discussão sobre a Tecnologia Social da atualidade, relacionando elemento técnico, material e social (DUQUE; VALADÃO, 2017).

Entretanto, antes de iniciar a discussão sobre a Tecnologia Social, é importante compreender a Permacultura. Gama *et al.* (2022) enfatizam que o termo Permacultura surgiu na década de 70 através de Bill Mollison e David Holmgren com a expressão em inglês “*Permanet Agriculture*”. A Permacultura é definida como uma “cultura humana permanente” que propõe a permanência das pessoas no mundo de maneira que seja harmônica para o ambiente, por meio dos princípios éticos do cuidado com a terra, as pessoas e a partilha justa (GAMA *et al.*, 2022).

Nessa perspectiva, é importante considerar a concepção dos princípios do *design* da Permacultura que visam à movimentação diante da crise socioambiental, os quais estão presentes em diversas áreas da sociedade, sendo assim, associada à Tecnologia Social

(ALLAIN; FERNANDES, 2022). Considerando alguns estudos acadêmicos no Brasil, existem duas grandes visões acerca da Tecnologia Social (DUQUE; VALADÃO, 2017):

A primeira visão considera a Tecnologia Social não somente um artefato ou uma técnica, mas uma construção social que proporciona, para a comunidade, crescimento. Uma característica da tecnologia social desta corrente é que ela advém do conhecimento não científico, ou seja, do conhecimento popular. [...] A segunda visão identificada emprega o termo tecnologia social para identificar tecnologias para o social, ou seja, técnicas, programas e procedimentos, utilizados para reparar mazelas sociais das comunidades, seja no âmbito da saúde, educação ou segurança pública (DUQUE; VALADÃO, 2017, p. 13 e 14).

Sendo assim, a Tecnologia Social referente à primeira visão está voltada para transformação social em uma determinada comunidade sendo realizada por ações próprias. E a segunda visão sobre Tecnologia Social está intimamente ligada com artefatos que causam modificações sociais. Dessa forma, a Tecnologia Social é capaz de provocar mudanças sociais que atendem as necessidades da comunidade (DUQUE; VALADÃO, 2017).

Desse modo, a “Tecnologia Social propõe outras vias possíveis para o desenvolvimento tecnológico, envolvendo a participação social no modo de produção e gestão tecnológica” (GAMA *et al.*, 2022, p. 41). Com isso, a Tecnologia Social se refere ao artefato cultural tornando viáveis outras formas de vivência (LOPES, 2020). Diante disso, Allain e Fernandes (2022) propõem uma relação de Tecnologias Sociais e Permacultura numa perspectiva educacional e interdisciplinar para o ensino de Ciências.

Mesmo a Permacultura se fazendo pouco presente no ambiente escolar, é considerada como práticas de origens ancestrais importantes para sociedade atual e diversas áreas de saberes. Mas, apesar dessa pouca presença, a Permacultura apresenta uma relação inovadora e transformadora para a sociedade. Com isso, ao abordar as Tecnologias Sociais de maneira que seja participativa e se tenha o diálogo entre os indivíduos e a ação, são vistas como importantes para o planejamento autossustentável (ALLAIN; FERNANDES, 2022). Assim, a "Permacultura abre espaço para a interação entre os sujeitos e as situações presentes em nosso cotidiano, estimulando a criatividade e propiciando a intervenção e solução de problemas" (GAMA *et al.*, 2022, p. 46).

Diante disso, além de ser uma prática, a Permacultura visa ser uma forma que busca alcançar tanto uma vida de qualidade como um ambiente que seja equilibrado (CALVÃO, 2020). Desse modo, as Tecnologias Sociais podem ser consideradas como “apropriadas à construção de uma sociedade equilibrada ecologicamente, justa e com equidade social e, para isso, tem estratégias de minimizar os impactos gerados por nossas atividades diárias” (GAMA

et al., 2022, p. 46). Nesse sentido, como forma de buscar soluções para problemas socioambientais e socioeconômicos, Allain e Fernandes (2022) apresentam alguns exemplos de Tecnologias Sociais, como: a Bacia de Evapotranspiração, o Filtro Biológico, o Aquecedor Solar de Baixo Custo, a Captação de água da chuva e Biodigestor. Esses exemplos estão relacionados com as práticas da Permacultura e que podendo ter a sua abordagem numa perspectiva educacional e interdisciplinar para o ensino de Ciências (ALLAIN; FERNANDES, 2022).

2.3 Estudo de Caso como prática educativa para o ensino de Ciências

O ensino de Ciências atua consideravelmente no processo de exploração de informações científicas presentes no cotidiano do aluno. Para Viecheneski e Carletto (2013), o ensino de Ciências é imprescindível para a construção da cidadania, visto que, ele colabora para o crescimento dos sujeitos enquanto pessoas ativas e usuárias da tecnologia existente.

No entanto, o ensino de Ciências não está exclusivamente ligado a ensinar a teoria, mas atribui a elaboração do conhecimento e transformações ocorridas ao longo do tempo e como elas estão associadas com a sociedade (SCHEID, 2018). Dessa forma, Silva e Moradillo (2002) ressaltam que:

Uma educação que vise o desenvolvimento dos alunos deve se basear na cooperação entre professores e alunos. Embora o professor seja mais experiente e conheça o assunto em discussão, não deve monopolizar as decisões. Não é suficiente ser apenas de modo interno, mental, incorporando os significados captados. É preciso agir socialmente, partilhar seus significados com os colegas e o professor, expor-se à crítica e criticar, falar e ouvir, perguntar e responder, conhecer e valorar tanto o conhecimento aprendido quanto o processo de ensino/aprendizagem. (SILVA; MORADILLO, 2002, p. 34 e 35).

A abordagem de temas sociais, históricos e culturais no cotidiano favorece a aprendizagem e estimula a ação dos estudantes nas decisões sobre situações da sociedade, como por exemplo, ambiente, saúde, segurança, entre outras. De acordo com a BNCC: “Propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente” (BRASIL, 2018, p.549). Para isso, é fundamental trabalhar no ensino de Ciências metodologias e abordagens em forma de práticas educativas (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022). Nesse contexto Fernandes, Allain, Dias (2022) ressaltam que o Estudo de Caso (EC) ou Casos de Ensino de Ciências (ECEC) é uma variante da metodologia de ensino sobre “Aprendizagem Baseada em Problemas (*Problem Based*

Learning – PBL)” que se refere, no campo educacional, em guiar os estudantes na aprendizagem científica em um contexto real ou simulado. De acordo com Queiroz (2012), é apontada a diferença no modo da aplicabilidade, sendo que:

Na sua concepção original, o método PBL assume a aplicação junto aos alunos de problemas durante todo o período de um curso universitário. A aplicação do método de Estudo de Casos, por outro lado, se baseia na aplicação de problemas, no formato de casos investigativos, que pode ocorrer no contexto de uma disciplina, de forma isolada (QUEIROZ, 2012, p. 8).

No entanto Fernandes, Allain e Dias (2022), chamam atenção para não confundir o Estudo de Caso utilizado na metodologia da pesquisa qualitativa com o Estudo de Caso com abordagem de ensino. Para isso, mudam o nome para evitar a confusão com a metodologia da pesquisa Estudo de Caso que se remete à área da saúde e utiliza o Estudo de Caso de Ensino ou Casos de Ensino de Ciências (ECEC).

E para este trabalho também vamos utilizar Estudo de Caso de Ciências ou Caso de Ensino de Ciências. Fernandes, Allain e Dias (2022) definem Estudo de Caso de Ensino ou Casos de Ensino de Ciências (ECEC), como “uma abordagem de ensino baseada em situações de contexto real ou simulado, denominadas “casos”, com o objetivo de conectar a teoria (dos conteúdos científicos e escolares) com a realidade do aluno” (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022, p. 267). Esses autores, também se baseiam em (SÁ; QUEIROZ, 2009; QUEIROZ; CABRAL, 2016) em que trabalham com narrativas sobre dilemas.

Conforme ressaltado por Fernandes, Allain e Dias (2022), o Estudo de Caso no Ensino de Ciências propõe aos estudantes perspectivas de desenvolver reflexões acerca de cenários reais ou não, na resolução das questões apontadas nos “casos”, além de conseguir desenvolver atividades em grupos e obter pontos de vistas dos estudantes frente a exposição do estudo de caso.

De acordo com Fernandes, Allain e Dias (2022):

A proposta desta abordagem de ensino de Ciências é fazer com que o aluno desenvolva habilidades e competências para refletir sobre casos sociais, próximos do seu dia a dia, para resolver problemas, tomar decisões, argumentar e trabalhar em equipe (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022, p. 254).

Segundo Fernandes, Allain e Dias (2022), desenvolver nas salas de aula esse tipo de abordagem é importante para o processo de ensino em Ciências, que pode ser desenvolvido de diversas formas, seja por meio de uma sequência didática, três momentos pedagógicos, por exemplo. Nesse sentido, esses autores, apoiados por Queiroz e Cabral (2016), apontam alguns

pontos importantes, descritos no Quadro 2, para o desenvolvimento de Casos de Ensino de Ciências na sala de aula e de acordo com a realidade de cada escola.

Quadro 2: Passos ou organizações para o desenvolvimento de casos nas aulas de Ciências

- 1) **Características do caso:** apresentam diálogos, características dos personagens e questões socio científicas. Além disso, destaca alguns pontos importantes para um bom estudo de caso, como uma narrativa, despertar atenção do leitor, proposta pedagógica, causar conflito, tomada de decisão e ser curto.
- 2) **Contextualização do caso:** o professor deverá fazer uma contextualização do caso que será trabalhado com estudantes. Sendo que os conhecimentos retratados nos Casos em Ciências permeiam vários assuntos.
- 3) **Fontes de inspiração para a produção do caso:** ao elaborar o caso é importante que se tenha clareza da origem da fonte, que pode ser a partir de reportagens, sites, conteúdo didático e outros.
- 4) **Recursos necessários para aplicação do caso:** deverá planejar e organizar os materiais para aplicação do caso na sala de aula, como por exemplo: cópias para os estudantes realizarem a leitura do caso, slides para contextualizar o caso com reportagens, vídeos, cartolinas, lápis e outros.
- 5) **Proposta de aplicação do caso:** o caso pode ser organizado em uma ou mais aulas, como por exemplo em uma sequência didática, desenvolvendo assim diferentes etapas, como leitura, registro das soluções, atividades práticas e outras.
- 6) **Conhecimentos, habilidades e atitudes dos alunos:** ter clareza sobre o que os estudantes deverão alcançar no desenvolvimento das atividades propostas, como por exemplo: realizar leitura, interpretar, tomar decisões diante dos problemas do caso, destacando os seus argumentos e outros.
- 7) **Resoluções sugeridas para o caso:** os estudantes poderão apresentar várias soluções para o caso, que poderão ser sistematizadas em técnicas, científicas, educativas ou até mesmo interdisciplinares.

Fonte: Adaptado de Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 256-258)

Além disso, conforme ressaltado por Fernandes, Allain e Dias (2022), o Quadro 3 apresenta algumas etapas e orientações como propostas para auxiliar professores no desenvolvimento do Estudo de Caso na sala de aula.

Quadro 3: Etapas para o desenvolvimento do Estudo de Casos

- 1) **Definição dos objetivos de aprendizagem:** inicia-se com a definição, por parte do professor, dos objetivos de aprendizagem, considerados como habilidades e competências que o aluno deverá desenvolver ao longo do ensino. A partir disso, o professor formula o caso.
- 2) **Formulação do caso:** o caso pode ser estruturado de três formas: a) um relato completo com resolução do problema, sendo solicitado ao aluno que analise a situação; b) um caso menos estruturado demandando do estudante uma solução guiada por questões fechadas, o que é uma característica marcante dos casos; ou c) um caso de múltiplos problemas. A primeira forma é a prevalente. Os casos são situações baseadas em eventos reais ou fictícios, mas que poderiam perfeitamente ser reais e não costumam ter uma única solução óbvia (QUEIROZ; CABRAL, 2016).
- 3) **Discussão em pequenos grupos:** divisão da sala em pequenos grupos para a discussão dos casos. Durante esta etapa o professor pode interferir na resolução do problema e colocar novas questões para direcionar o pensamento do grupo, sendo recomendado que esta intervenção seja em forma de perguntas. Neste momento é importante que as equipes gerenciem seu próprio tempo de trabalho,

aprendendo a lidar com o coletivo e respeitando o tempo de atividade. É importante que todos os alunos sejam ouvidos.

- 4) **Discussão em um grande grupo:** discussão dos resultados entre todos os alunos da sala. Os pequenos grupos expõem suas respostas.
- 5) **Finalização:** O professor finaliza com avaliação da turma e retomada de pontos importantes.

Fonte: Fernandes, Allain e Dias (2022, p. 259)

Nesse contexto, o Estudo de Caso no Ensino de Ciências se baseia em como o professor irá abordar o alcance de determinados conhecimentos pelos estudantes. Para isso, se deve considerar durante a estruturação do Estudo de Caso alguns pontos essenciais como: ter finalidade pedagógica; ser significativo ao leitor e estimular o interesse pelo caso; fazer com que o leitor se sinta envolvido com a leitura do caso; ser curto; apresentar uma história narrativa; propor conflito; e tomar decisões frente aos problemas do caso entre outros (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022).

2.4 Argumentos e Argumentação como práticas epistêmicas

Segundo Sasseron e Carvalho (2013), estudos apontam que métodos de investigação têm cada vez mais contribuído para as práticas científicas para o contexto escolar, visto que serão esses indivíduos que atuarão em nossa sociedade em campos científicos e tecnológicos. Nessa perspectiva as autoras destacam estudos voltados para estruturação dos argumentos durante as aulas, principalmente no ensino de Ciências onde é visto como uma metodologia para o ensino e aprendizagem.

De acordo com Sasseron e Carvalho (2013):

Evidências dessa afirmação podem ser encontradas na vasta produção existente na qual se destaca a importância e a necessidade de analisar os discursos que ocorrem em sala de aula para compreender como o ensino e a aprendizagem de conceitos e noções científicas se desenvolvem nessas oportunidades. Particularmente nas duas últimas décadas, os trabalhos em argumentação no ensino de ciências vêm ganhando força, focalizando, em particular, a argumentação dos estudantes (SASSERON; CARVALHO, 2013, p. 170).

Segundo Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021) e Sasseron e Carvalho (2013), existe um aumento nos estudos voltados para a compreensão do argumento e argumentação entre crianças e adultos no ensino e aprendizagem de Ciências. De acordo com esses autores, os estudos argumentativos vêm contribuindo para a compreensão do conhecimento científico como práticas epistêmicas que dizem respeito tanto à produção, quanto à análise do conhecimento científico que se refere ao processo de aprendizagem do estudante.

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018 e 2021) apresentam os “fundamentos essenciais da argumentação no contexto da educação científica”, que os classifica em quatro itens importantes, de acordo com alguns estudos presentes na literatura, como: “1) a estrutura do argumento; 2) a qualidade do argumento; 3) o processo de movimento e progressão do argumento; 4) a construção social do argumento” (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p.145).

Desse modo, conforme ressaltado por Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), tem se intensificado, a partir da exigência pelo entendimento de Alfabetização Científica, o elevado número de trabalhos desenvolvidos acerca de argumento e argumentação.

Conforme ressaltado por Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), os termos argumento e argumentação podem ser definidos como:

Primeiramente, a argumentação pode ser compreendida como uma ferramenta para a aprendizagem de Ciências, na medida em que se estabelece com os aprendizes uma relação social de troca de ideias; ou como uma ferramenta de compreensão do processo de aprendizagem de Ciências, através da análise da estrutura, qualidade e movimento do argumento. Em segundo lugar, a argumentação refere-se ao processo discursivo (oral ou escrito) apoiado por um argumento (componentes e artefatos) que surge durante o processo de construção do conhecimento científico escolar, como por exemplo, refletir sobre um problema científico, apresentar hipóteses, explicar fenômenos etc. (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p. 146 e 147).

Ao considerar o uso da argumentação para o ensino de Ciências, Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), citam os estudos de Cavagnetto (2010), que apresenta três domínios para determinar as características das várias intervenções argumentativas para desenvolver a Alfabetização Científica: (a) a natureza da atividade argumentativa, (b) o enfoque da atividade argumentativa, e (c) os aspectos da ciência incluídos na atividade argumentativa” (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p.147). Cavagnetto (2010) define três formas de intervenções argumentativas para Alfabetização Científica, como:

(1) *intervenções orientadas para a imersão* - utilizam o argumento como um componente integrado nas investigações dos estudantes; (2) *intervenções de estrutura argumentativa* - ensinam a estrutura do argumento separado a partir de investigações, requisitando aos alunos que o apliquem entre várias atividades explicativas; (3) *intervenções baseadas na Ciência e na sociedade* – recorrem a questões sociais científicas para contextualizar e conferir objetivos ao argumento (CAVAGNETTO, 2010, *apud* FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021, p. 147).

Diante disso, essas três formas citadas pelos autores são capazes de auxiliar no entendimento relacionado às intervenções argumentativas referentes à Alfabetização Científica. Desse modo, o Quadro 4 descreve os domínios acerca de propor a intervenção do argumento científico no ensino, buscar desenvolver, assim, a Alfabetização Científica em contexto escolar.

Quadro 4: Domínios, codificação de categorias e descrições para cultivar a literária científica

DOMÍNIOS	CATEGORIAS DE CODIFICAÇÃO	DESCRIÇÕES
<i>Natureza da intervenção argumentativa</i>	Atividades principais	Atividade que requer a aplicação de material previamente aprendido (i.e., discussão na qual os estudantes usam o seu conhecimento de um fenômeno natural) ou antigas atividades, desligadas do currículo.
	Explicação do fenômeno	Pede-se aos estudantes que descrevam ou proponham um mecanismo para a ocorrência de um fenômeno natural. Os estudantes observam a natureza, mas não manipulam as variáveis nem conduzem uma exploração organizada (por exemplo, demonstração do professor).
	Componente integral para a investigação do estudante	Atividade na qual os estudantes manipulam variáveis ou conduzem uma exploração organizada para determinar o mecanismo do fenômeno natural.
<i>Ênfase da atividade argumentativa</i>	Moral, ética, política	Enfoque nas considerações morais, éticas ou políticas na atividade argumentativa
	Argumento, linguagem	Ênfase nos processos linguísticos da ciência ou na estrutura argumentativa
	Conteúdo científico	O argumento é usado para aprender conteúdos científicos
<i>Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa</i>	Social	Os estudantes trabalham em pequenos grupos ou a nível da turma completa para construir ou defender afirmações no contexto de um dado conhecimento
	Material (um sentido)	Os estudantes trabalham de forma a deixar falar a natureza (por exemplo, planejamento de experimentos) ou a representar a voz da natureza (por exemplo, interpretar os dados experimentais)
	Material (ambos os sentidos)	Os estudantes trabalham quer para pôr a natureza a falar quer para representar a voz da natureza
	Social + material (um sentido)	Os estudantes participam numa combinação do aspecto social e de um sentido material
	Social + material (ambos os sentidos)	Os estudantes participam tanto nos aspectos sociais como materiais da ciência

Fonte: Cavagnetto (2010, 342, tradução de Fernandes *et al.*, 2021, p. 148).

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), salientam que as orientações descritas no Quadro 4 são domínios e categorias para discutir a natureza epistemológica da Ciência e a Alfabetização Científica, da seguinte maneira:

1. *Natureza da intervenção argumentativa ou intervenções orientadas para a imersão:* o argumento é um componente integrado nas investigações dos estudantes;

2. *Ênfase da atividade argumentativa ou intervenções de estrutura argumentativa:* como se caracteriza o argumento durante a atividade investigativa;

3. *Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa ou intervenções baseadas na Ciência e na sociedade*: recorrem a questões sócio científicas para contextualizar e conferir objetivos ao argumento.

Nesse contexto, essas orientações são importantes para auxiliar na compreensão das intervenções argumentativas entre professor-aluno-turma, visando à Alfabetização Científica. Diante disso, Silva e Lorenzetti (2020) enfatizam que a Ciência contribui na formação da cidadania, de modo que a educação concede aos estudantes uma participação mais ativa na sociedade, por meio do processo de Alfabetização Científica.

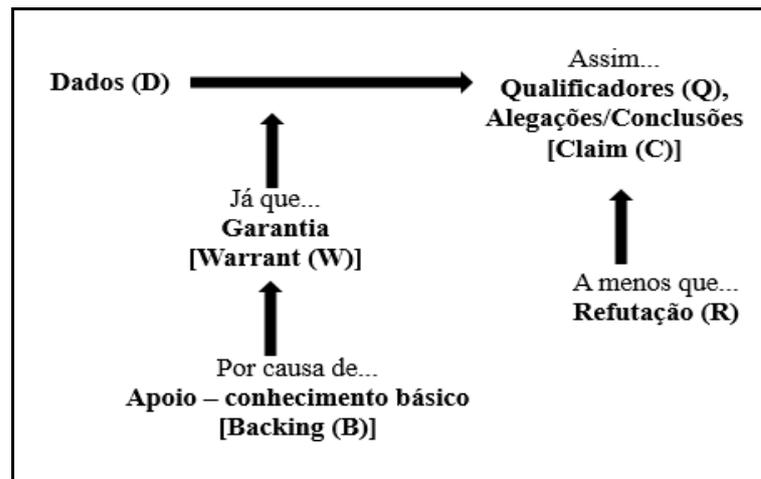
Nessa perspectiva a Alfabetização Científica pode ser definida como “o processo pelo qual a linguagem das ciências naturais adquire significados, de modo a possibilitar aos alunos a compreensão de seu universo, propiciando o acesso a novas formas de conhecimento e cultura e capacitando-os a exercer a cidadania na sociedade em que vivem (SILVA; LORENZETTI, 2020, p. 2-3).

Dessa forma, é importante possibilitar aos estudantes cenários que proporcionam discussões e argumentações acerca da ciência e da tecnologia, sendo apontada natureza dos conhecimentos científicos e tecnológicos, aprendizagem por meio da investigação e análise do método das justificativas dos estudantes referentes ao papel da investigação. Diante disso, estudos têm ressaltado aspectos epistêmicos para o ensino de Ciência (SILVA, 2015).

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018, 2021) enfatizam sobre a forma em que é organizado e estruturado o argumento dos estudantes durante o processo argumentativo. Com isso, se tem informações acerca do raciocínio adotado pelos estudantes nas atividades científicas. E para compreender a estrutura do argumento, Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018, 2021) apresentam diferentes dispositivos, entre eles: o “*Toulmin’s Argument Pattern - TAP*” (Padrão Argumentativo de Toulmin) e os Indicadores de Alfabetização Científica de Sasseron e Carvalho (2011; 2013).

A categoria de codificação “Argumento, linguagem” do Quadro 4, representa a estrutura do argumento, e nesse sentido, podemos relacionar esta codificação de Cavagneto (2010) com o “Padrão Argumentativo de Toulmin” ou “TAP”, descrito no Quadro 5, como exemplo utilizado em estudos voltados e para estrutura da argumentação e para o ensino e aprendizagem.

Quadro 5: Esquema TAP ou Padrão Argumentativo de Toulmin



Fonte: Sampson e Clark (2008, p. 450, *apud* Fernandes et al., 2021, p. 150).

Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021) citam Sasseron e Carvalho (2011) que apontam que o esquema TAP de Toulmin constitui uma forma de interpretar a estrutura da argumentação e ressaltam que nem todos os argumentos podem ser considerados na forma das premissas às conclusões. No entanto, o modelo de Toulmin é foco de limitações por investigadores necessitando da adequação para o ensino e aprendizagem.

Segundo Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018, 2021) apontam limites diante o uso desse modelo, como:

- (a) o padrão não considera o contexto da construção da argumentação; (b) frequentemente, partes da argumentação, como a garantia, não são explicitadas nos discursos, embora se encontrem implícitas; (c) o fluxo natural da conversação não se desenvolve necessariamente em sequência, dificultando a caracterização da argumentação em sala de aula; e (d) no ensino das ciências nem tudo se faz oralmente (FERNANDES, RODRIGUES E FERREIRA, 2018, 2021, p. 151).

Entretanto, Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2018, 2021) enfatizam que apesar de existir essas limitações, apresentam as possibilidades em que o TAP tem sido utilizado ultimamente como referencial em trabalhos, como resultados para análises dos argumentos nas atividades desenvolvidas na sala de aula. Diante disso, citam trabalho de Sasseron e Carvalho (2011, 2013) “que buscaram compreender a forma como se processava a Alfabetização Científica entre alunos do ensino básico e que somente com o padrão de Toulmin não era possível de analisar as argumentações que ocorriam em sala de aula” (FERNANDES, RODRIGUES E FERREIRA, 2018, 2021, p. 151).

Quando se pesquisa e estuda sobre Práticas Epistêmicas, Silva (2015) define que:

O conceito de práticas epistêmicas associa-se, assim, a uma mudança de sujeito epistêmico, que passa de um conhecedor individual para uma comunidade de prática. Nessa perspectiva, no contexto escolar, o foco analítico afasta-se de uma consciência

individual e volta-se para o processo social de investigação, em que são valorizadas as interações discursivas entre alunos e professor e de alunos entre si quando estes se envolvem na construção e na legitimação de conhecimentos. (SILVA, 2015, p. 72)

Conforme ressaltado por Araújo (2008), as práticas epistêmicas tendem a se caracterizar como sendo práticas incluídas para construção, comunicação e análise do conhecimento. Com isso, é importante a investigação do discurso dos estudantes quando estão em processos que adotam a investigação nas atividades. Dessa forma, o ensino de Ciências é fazer o uso das práticas acerca dos conhecimentos científicos no ambiente escolar, por meio de uma linguagem e critérios de análises.

De acordo com Araújo (2008):

O conceito de práticas epistêmicas tem gerado diferentes propostas de ferramentas analíticas para analisar o movimento epistêmico dos estudantes e como as atividades investigativas podem criar ambientes de aprendizagem que favoreçam a apropriação de conhecimentos científicos e também das práticas discursivas de uma comunidade científica. É possível perceber que os estudos mais recentes sobre aspectos epistêmicos na Educação em Ciências (por exemplo, Sandoval et al, 2000; Sandoval & Reiser, 2004; Sandoval e Morrison, 2003; Kelly e Duschl, Kelly, 2002) geram ferramentas analíticas que se preocupam em favorecer uma visualização do movimento epistêmico no discurso/ação dos alunos ao longo de suas investigações (ARAÚJO, 2008, p. 34).

Entretanto, Neves e Pierson (2022), citam Kelly e Licon (2018) que apontam as práticas epistêmicas como sendo “interacionais (construídas entre as pessoas), contextuais (situadas em práticas sociais e normas culturais), intertextuais (comunicadas através de uma história de discursos coerentes, sinais e símbolos) e consequentes (o conhecimento legitimado instância o poder e a cultura)” (KELLY; LICONA, 2018, *apud* NEVES; PIERSON, 2022, p. 3). Desse modo, a construção de conhecimento na comunidade científica enfatiza na produção de novos conhecimentos possibilitando pensamento, planejamento e realização de ações no contexto escolar.

Nesse contexto, proporciona Alfabetização Científica que é vista como um processo em desenvolvimento, onde não se restringe apenas no ensino de conceitos das Ciências, mas possibilita fazer relações com a sociedade, natureza e tecnologia, para construção do conhecimento científico. Diante disso, pensar nas ações educacionais através de práticas epistêmicas proporcionando o envolvimento dos estudantes, possibilita uma aprendizagem de conceitos, teorias científicas, leis e práticas na comunidade científica, onde as interações discursivas sustentam o processo de construção do conhecimento (NEVES E PIERSON, 2022).

Todavia, a argumentação é vista como uma prática importante para as comunidades científica e escolar e sendo dessa forma, como uma prática epistêmica (SASSERON; 2018). Além disso, pode-se considerar as interações discursivas entre os indivíduos. Desse modo, tanto

o desenvolvimento das interações, os processos argumentativos e uso das práticas epistêmicas possibilitam a participação dos estudantes nas ações na sala de aula envolvendo com o fazer Ciência (NEVES; PIERSON, 2022).

3 METODOLOGIA DE ENSINO: UM CASO DE ENSINO DE CIÊNCIAS A PARTIR DE UMA TECNOLOGIA SOCIAL

3.1 A organização para o desenvolvimento de um caso nas aulas de Ciências

Para auxiliar a coleta de dados desta pesquisa, foi elaborada uma proposta pedagógica, organizada em uma sequência didática (SD). A SD pode ser definida como “um conjunto de atividades interligadas, planejadas para trabalhar um conteúdo, etapa por etapa” (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022, p. 106). Além disso, essa proposta pedagógica pode relacionar com habilidade dos itinerários Formativos Associados às Competências Gerais, que destacam:

(EMIFCG02) Posicionar-se com base em critérios científicos, éticos e estéticos, utilizando dados, fatos e evidências para respaldar conclusões, opiniões e argumentos, por meio de afirmações claras, ordenadas, coerentes e compreensíveis, sempre respeitando valores universais, como liberdade, democracia, justiça social, pluralidade, solidariedade e sustentabilidade. (EMIFCG03) Utilizar informações, conhecimentos e ideias resultantes de investigações científicas para criar ou propor soluções para problemas diversos. Mediação e Intervenção Socio-cultural (EMIFCG07) Reconhecer e analisar questões sociais, culturais e ambientais diversas, identificando e incorporando valores importantes para si e para o coletivo que assegurem a tomada de decisões conscientes, consequentes, colaborativas e responsáveis (MINAS GERAIS, 2023, p. 24).

A proposta pedagógica dessa pesquisa se baseou no referencial teórico de uma abordagem de ensino sobre “Estudo de Casos de Ensino” ou “Casos de Ensino de Ciências”, a partir de Fernandes, Allain e Dias (2022), seguindo as orientações de organização do Quadro 2. Diante disso, essa abordagem foi estruturada conforme descrita no Quadro 6:

Quadro 6: Organização para o desenvolvimento de casos nas aulas de Ciências

- 1) **Características do caso:** O caso elaborado para essa pesquisa conforme os Quadros 6 e 7, é curto e narra a história de uma família da zona rural do município de Monjolos, com personagens e diálogos, que apresentam a dificuldade da escassez de água em sua região, despertando o interesse do leitor pois é uma situação preocupante para a família que é importante para o seu próprio sustento e sua renda. Mas, a solução no caso para a falta de água na propriedade, desencadeou um problema de saúde. A dengue é uma doença infecciosa febril aguda, que pode se apresentar de forma benigna ou grave, dependendo de alguns fatores, entre eles: o vírus envolvido, infecção anterior pelo vírus da dengue e fatores individuais como doenças crônicas. No Brasil, os vírus da dengue são transmitidos pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti*, que surgiu na África e se espalhou para Ásia e Américas, principalmente através do tráfego marítimo. No Brasil, chegou durante o século 18, provavelmente nas

embarcações que transportavam escravos, pois os ovos do mosquito podem resistir, sem estar em contato com a água, por até um ano (BRASIL, 2023). A melhor forma de se evitar a dengue é combater os focos do mosquito em acúmulo de água, que são locais propícios para a criação do mosquito transmissor da doença, forçando assim uma tomada de decisões, pois a dengue é um problema de saúde pública relevante no país. A presença de diálogos em uma linguagem simples pode promover empatia para com as personagens; as falas são características do interior do Estado de Minas Gerais. Em relação a relevância pedagógica, o caso aponta uma abordagem a partir de diversos temas, como: crise hídrica, saúde pública, doença transmitida pelo vírus (modo de transmissão, sintomas e prevenção), órgãos de saúde na vigilância epidemiológica, e tecnologia social para propor alternativas de soluções para família e o município. Pois, os estudantes se deparam com os problemas presentes no caso sobre a escassez hídrica e os casos de dengue, podem discutir sobre as responsabilidades da família, da comunidade e dos profissionais dos órgãos da saúde na vigilância sanitária.

- 2) **Contextualização do caso:** No Brasil, a história da crise hídrica é marcada por tragédias sociais e sanitárias, onde a falta de água é uma falência no regime de precipitação causando no abastecimento do ecossistema agrícola e natural, assim como em outras atividades humanas. A crise hídrica pode ser definida de diferentes formas: meteorológica, agrícola, hidrológica, socioeconômica e ambiental. Com isso, existem muitas doenças transmitidas por vetores em períodos de seca, onde o armazenamento de água proporciona locais ideais para reprodução do mosquito, como por exemplo é citado no caso o *Aedes aegypti*, que transmite a dengue (ALPINO *et al.* 2016). Com a ausência de uma vacina contra a dengue para atender toda a população, o combate à doença é adotar estratégias para eliminar o vetor, assim será possível evitar a transmissão da doença (NASCIMENTO *et al.*, 2010). O caso, proporciona uma visão sobre as consequências que são causadas ao meio ambiente e ao próprio homem. Permite estimular os estudantes em buscar por soluções sendo um estudo de caso que aborda a crise hídrica e a dengue.
- 3) **Fontes de inspiração para produção do caso:** Uma das fontes de inspiração para a produção do caso, foram as situações vivenciadas pelas pessoas na região do município de Monjolos, sendo que em determinados períodos sofrem com escassez hídrica, principalmente na zona rural, que devido a falta de chuva no período das plantações, necessitam da irrigação. E com as chuvas existe o costume de armazenar água de forma inadequada desencadeando casos de dengue na região. Além disso, o artigo publicado pela revista *Ciência & Saúde Coletiva*, em 2016, aborda os “Desastres relacionados à seca e saúde coletiva – uma revisão da literatura científica”, apresenta que a falta de água é seguida por tragédias sociais e sanitárias como o caso da dengue e outras doenças. E a publicação no portal G1 de notícias no dia 12 de dezembro de 2022, referente aos registros de casos de dengue na cidade de São Paulo devido ao aumento das temperaturas e o período de chuvas alerta para as medidas de prevenção, ressaltando a importância de eliminar os focos do mosquito transmissor da doença. As fontes de inspiração para o caso têm o intuito de discussão sobre os problemas e as possíveis soluções.
- 4) **Recursos necessários para aplicação do caso:** Cópias do caso e croqui protótipo para os integrantes do grupo, folhas brancas A4 para os grupos elaborar um panfleto sobre dengue e para continuarem o caso com inserção da Tecnologia Social, Cartilha, Materiais para construção do protótipo e da armadilha de mosquito, data show, vídeos.
- 5) **Proposta de aplicação do caso/ atividades:** será aplicada por meio de uma sequência didática descrita no (Quadro 7).
- 6) **Conhecimentos, habilidades e atitudes dos alunos:** Fomentar a tomada de decisão, trabalhar em equipe, ler e interpretar texto, argumentar, confeccionar armadilha do mosquito e calha da chuva e compreender o sistema de funcionamento da Captação de água de chuva.
- 7) **Resoluções sugeridas para o caso:**

Resolução 1: Técnica, a partir da elaboração de um produto baseado na Tecnologia Social “Captação de água de chuva”, com o objetivo de evitar o foco de mosquito da dengue e conseguir armazenar água de chuva, e “armadilha do mosquito” para evitar os mosquitos na região.

Resolução 2: Educativa, com o objetivo de desenvolver ações na comunidade em parceria com a Secretária de Saúde, Vigilância Sanitária e Escola, por meio de palestras, panfletos, cartazes que caracterizam as medidas de prevenção, reforçando a importância de cada um fazer a sua parte.

3.2 A Sequência Didática: Estudo de um Caso de Ciências e Tecnologia Social

Diante disso, a proposta pedagógica foi elaborada por meio de uma Sequência Didática, a partir dos princípios teóricos-metodológicos do Estudo de Casos de Ciências (Quadro 5) e que está organizada e descrita no Quadro 7:

Quadro 7: Síntese da Sequência Didática (SD)

ETAPAS	Nº AULAS/ DURAÇÃO	CONTEÚDOS CONCEITUAIS	DESCRIÇÃO	ESTRATÉGIAS	RECURSOS
1	Duas aulas (50 minutos cada).	Estudo de caso	Foi proposto reflexão do caso a partir das possíveis soluções para os problemas.	Leitura do caso Quadro 8	Cópias do texto
2	Duas aulas (50 minutos cada).	O que é dengue Sintomas Transmissão Prevenção Ciclo de vida do mosquito Vacina	Foi questionado aos estudantes “O que sabem sobre a dengue”, vídeos sobre o tema dengue e reportagens para discutir sobre a vacina dengue. E realizaram o panfleto informativo sobre dengue	Aula expositiva dialogada	Datashow, vídeos, reportagens, folhas A4, pincel, tesoura, cola, canetas, lápis
3	Duas aulas (50 minutos cada).	Definição de Tecnologia Social Vantagens e desvantagens Sistema de captação de água de chuva Orientações para confecção do sistema de captação de água.	Discutiram as propostas de soluções, onde os grupos expõem as suas respostas para turma. Para iniciar a discussão sobre Tecnologia Social.	Roda de conversa e Aula expositiva dialogada	Datashow
4	Duas aulas (50 minutos cada).	-----	Baseado na Tecnologia Social, os estudantes Confeccionaram armadilha do mosquiteiro (Quadro 9) Confeccionaram a calha de chuva (Quadro 10) Foi realizado a montagem do protótipo para estudantes observarem a simulação do sistema de captação de água de chuva e depois realizaram a desmontagem do protótipo	Atividades práticas	Construção do protótipo da Tecnologia Social “Captação de água de chuva”
5	Duas aulas (50 minutos cada).	Retomada do Estudo de Caso	Foi proposto que os alunos continuem a história do Senhor João, por meio da	Redação final	Folha A 4

			<p>inserção da Tecnologia Social, para solucionar os problemas do caso, a partir da seguinte questão: “Como a Tecnologia Social, pode ser útil para a família do Senhor João?”.</p>		
--	--	--	---	--	--

Fonte: Acervo da autora (2023).

Conforme descrita acima nas etapas do Quadro 7, a sequência didática foi desenvolvida da seguinte forma:

Etapa 1: Foi realizada a leitura do texto e reflexão Quadro 8, sendo discutido em pequenos grupos Figura 1, os quais registram as possíveis soluções para o caso Figura 2.

Quadro 8: Caracterização do Estudo de Caso de Ciências

<p style="text-align: center;">A culpa é toda do meu vizinho Rayane Aparecida Soares Martins</p> <p>O Senhor João e Dona Maria, moravam na zona rural do município de Monjolos MG e com muitas dificuldades conseguiram criar os seus doze filhos que foram crescendo em uma vida de trabalho para ajudar no sustento da família. Na época era muito difícil para estudar, os filhos de Dona Maria tinham que andar muito a pé até chegar na escola que se localizava na zona urbana e com isso, desistiram de estudar para trabalhar. Apenas os dois filhos mais novos que continuaram a estudar na Escola Estadual Imaculada Conceição.</p> <p>O Senhor João tinha uma pequena quantidade de terra, onde plantava para tirar a renda e o próprio alimento da família. Mas, na sua propriedade, a falta de água era decorrente de uma crise hídrica enfrentada na região, onde os últimos períodos chuvosos possuíam baixos índices de precipitação, causando dificuldades na produção da terra. Uma solução seria a perfuração de um poço artesiano em seu terreno, porém a família não tinha condição financeira para a sua execução.</p> <p>Era uma situação preocupante, o senhor João ao observar a plantação de feijão, disse a esposa:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Se Deus não der um tempo bom de chuva, esse ano não vamos conseguir colher nada! - O que vamos fazer? Como vamos conseguir manter o alimento na mesa da nossa família? - Ainda não sei! Mas temos que buscar uma forma de resolver esse problema. - Oh, Marido! Faz um reservatório bem grande, para nós guardarmos água de chuva! <p>Então, João gastou muito dinheiro para construir um reservatório de cimento, porém sem tampa. Com o início da época de chuva, os dois filhos mais novos do casal amanheceram doentes sem condições para irem à escola, pois começaram apresentar febre alta, dores musculares intensas, dor ao movimentar os olhos, mal-estar, falta de apetite, dor de cabeça e manchas vermelhas no corpo. E outras pessoas começaram apresentar os mesmos sintomas, ou seja, houve surto de pessoas doentes no mesmo período. Tanto o quadro de saúde dos filhos do senhor João e das outras pessoas se agravaram de tal maneira, que muitos precisaram buscar tratamento no hospital da cidade vizinha.</p> <p>Com essa situação no município, o caso precisou ser investigado pela Secretaria de Saúde e pela Vigilância Sanitária, onde os agentes epidemiológicos constataram um alto índice de foco do mosquito <i>Aedes aegypti</i>, <i>transmissor</i> do vírus da dengue no reservatório que estava sem tampa na propriedade do senhor João. Esse caso repercutiu na pequena cidade, e os moradores começaram acusar o Senhor João pelos casos de dengue. Após os filhos se recuperarem eles não quiseram continuar nos estudos, pois as outras crianças da escola faziam chacotas e falavam mal da sua família, culpando-os pelo surto da doença.</p> <p>Diante disso, o Senhor João e Dona Maria não queriam mais viver em sua propriedade, pois perdeu o controle da situação da dengue, que foi agravada de tal forma, devido o armazenamento inadequado da água de chuva captada, o que levou a serem vistos como culpados pelos vizinhos e pessoas do município.</p> <p>Vocês fazem parte da família do Senhor João, como podem propor soluções para os problemas enfrentados, sendo que existem dois dilemas:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Como o Senhor João pode continuar armazenando água de chuva? 2. Como evitar o foco de mosquito da dengue em sua propriedade? <p>Reflexões:</p>
--

- a. Quais foram os problemas enfrentados pela família, no caso acima?
- b. Como resolver a situação dessa família que está sendo vista como culpada pelos seus vizinhos? E a situação dos filhos na escola?
- c. Você acredita que a culpa é toda do senhor João, pelo surto da dengue na região?
- d. Na sua opinião, você concorda com o título desse caso? Se não concorda, dê outro título.

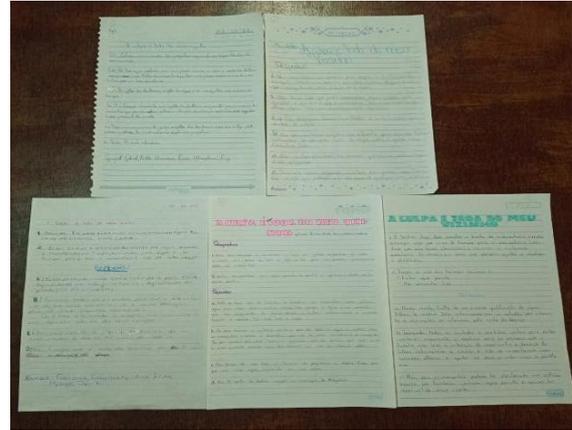
Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 1: Leitura e discussão em pequenos grupos



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 2: Soluções propostas pelos grupos



Fonte: Acervo da autora (2023).

Etapa 2: Houve aula expositiva dialogada sobre a dengue Figura 3, onde os estudantes foram questionados sobre o que eles sabiam sobre dengue, sendo apresentado vídeos Figura 4 e reportagens para discussão da vacina da dengue. Em seguida, os estudantes receberam uma cartilha “10 minutos contra a dengue”, sendo disponibilizada pela Secretaria de Vigilância do município de Monjolos, que abordava a importância de adotar práticas para eliminar os focos do mosquito. Após, foi proposto que os estudantes em grupos elaborassem panfletos informativos sobre a dengue, como apresenta as Figura 5 e 6.

Figura 3: Aula expositiva dialogada sobre dengue



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 4: Apresentação de vídeos



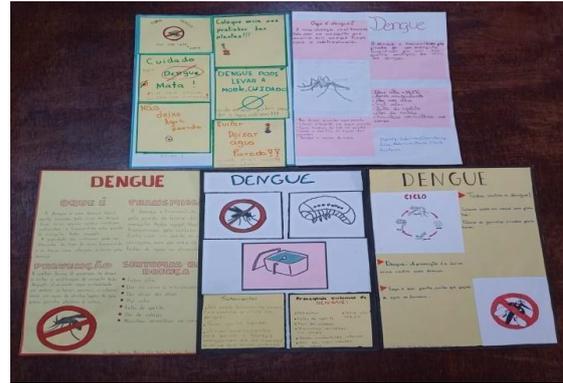
Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 5: Elaboração do panfleto informativo



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 6: Panfletos dos grupos



Fonte: Acervo da autora (2023).

Etapa 3: Foi realizada uma roda de conversa Figura 7, para discutir as propostas de soluções, onde os grupos apresentaram as suas ideias para turma. Nessa discussão, foi abordado o armazenamento de água de chuva e a sua importância. Com isso, os estudantes foram questionados sobre: “Mas, como fazer de forma segura e de baixo custo?”, “O que é Tecnologia?”, “O que é Tecnologia Social?”, “Qual a sua importância”, “Como seria a captação de água de chuva a partir da Tecnologia Social?”. Após os estudantes apresentarem os seus conhecimentos prévios, foi introduzida uma aula expositiva dialogada sobre Tecnologia Social Figura 8. E como forma e melhor exemplificar foi utilizado imagens sobre o “Sistema de captação de água da chuva”, “Esquema de captação de água da chuva”, “Componentes e suas funções de um sistema de captação de água da chuva”. Além disso, apresentei as “Orientações para a confecção de um Sistema de Captação de Água da Chuva”, “Materiais para a confecção da Captação de Água da Chuva”.

Figura 7: Roda de conversa



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 8: Aula expositiva



Fonte: Acervo da autora (2023).

Etapa 4: Com o intuito de trabalhar com a Tecnologia Social, essa etapa foi planejada para desenvolver atividades práticas com os estudantes. No entanto, alguns passos foram realizados sem participação dos estudantes conforme será apresentado no decorrer dessa etapa. As atividades práticas foram:

3.2.1 Confeção da armadilha mosquiteiro

Nessa etapa apresentei aos estudantes um modelo da armadilha mosquiteiro, sendo explicado os materiais necessários para a sua confecção e o seu funcionamento, que depois de pronta, deve se manter ela sempre com nível de água pela metade, assim ovos depositados pelas fêmeas na parte superior vão descer para parte inferior, onde irão virar larvas de *Aedes aegypti* que irão se eclodirem dos ovos ficando presas dentro da mosquiteira, e assim permanecerão durante todas as suas formas de vida: larva, pupa e adulto alado, ou seja, assim irão morrer. Ao realizar a confecção dessa armadilha é muito importante monitorar e verificar a condição da tela do mosquiteiro.

Após, a explicação foi proposta aos estudantes confeccionar a sua própria armadilha, a partir do modelo do Quadro 9, elaborado para realizar atividade prática na sala de aula. Essa atividade prática buscou apresentar sobre a importância de prevenir a dengue, que deve ser uma obrigação de cada cidadão não deixar água parada, com isso sendo importante evitar a proliferação de mosquitos, inclusive do *Aedes aegypti*. Nessa atividade prática, os estudantes aprenderam a fazer a partir de materiais simples uma armadilha, para retirar do ambiente as futuras gerações de mosquitos.

Quadro 9: Modelo elaborado para confecção da “Armadilha Mosquiteiro”

Passo 1: Indicar a marcação na garrafa pet; cortar no local e lixar a parte superior que sobrou do corte:



Passo 2: Cortar a telinha de; encaixar a telinha na tampa da garrafa pet e adicionar água na parte inferior:



Passo 3: Adicionar arroz na parte inferior da garrafa; fixar fita adesiva e Armadilha finalizada:



Fonte: Acervo da autora (2023).

Após, os estudantes conhecerem sobre a armadilha, realizaram confecção da “Armadilha do mosquiteiro” como apresentado nas Figuras 9 e 10. Nessa atividade prática os estudantes confeccionaram as suas próprias armadilhas e levaram para serem utilizadas em casa, após finalizá-las na sala de aula Figura 11.

Figura 9: Confeção da Armadilha fase inicial



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 10: Confeção da Armadilha fase final



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 11: “Armadilha do mosquiteiro” finalizada



Fonte: Acervo da autora (2023)

3.2.2 Construção do protótipo da Tecnologia Social “Captação de água de chuva”

Essa atividade prática teve a parceria do GEPAMEC, para a compra dos materiais e desenvolvimento da pesquisa, e do Engenheiro Civil Jonathas Rodrigues que apoiou o planejamento e confecção do protótipo, pois, em determinados passos para a construção havia a necessidade de utilizar algumas ferramentas, as quais não se encontrava ao alcance para realizar a confecção do protótipo e considerando também a segurança dos estudantes na sala de aula, não seria recomendado realizar alguns passos da construção do protótipo. Além disso, houve o apoio de terceiros na disponibilidade de alguns itens de materiais que não estavam disponíveis no mercado.

Diante disso, os estudantes participaram em partes da confecção da calha de chuva por meio dos cortes das garrafas pets (Figura 12) e nos cortes de tubos de PVC (Figura 13). Após, finalizar a realização da confecção do protótipo da “Captação de água de chuva” conforme apresentado no Quadro 10, os estudantes foram para o espaço do “Salão Paroquial” que se localiza perto da escola, sendo um espaço grande e muito utilizado pela comunidade, onde foi montado o protótipo (Figura 14).

Após realizada a montagem do protótipo, os estudantes receberam um Croqui do Protótipo Minicisterna (Quadro 11), sendo elaborado com uma legenda para auxiliar os estudantes durante a explicação do sistema de “Captação de água de chuva” (Figura 15). Em seguida, o funcionamento interno do sistema foi explicado para cada grupo (Figura 16), onde houveram alguns questionamentos sobre as funções das peças. Depois com auxílio dos estudantes houve a simulação da “Captação de água de chuva” (Figura 17), nesse momento eles puderam compreender todo o funcionamento do sistema na prática. E para finalizar essa etapa os estudantes realizaram a desmontagem do protótipo nas Figuras 18 e 19, com o intuito de compreender o mecanismo da montagem desse sistema.

Figura 12: Cortes das garrafas pets



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 13: Cortes dos tubos de PVC



Fonte: Acervo da autora (2023).

Quadro 10: Confeção do protótipo

Passo 1: Confeção da calha - Uso de furadeira; colocação de rebites; montagem.



Passo 2: Realizando a perfuração do balde; anexando os tubos de PVC e montagem do filtro do protótipo



Passo 3: Montagem do tubo de queda de água, filtro, Tê para divisão da 1ª água de chuva e o reservatório - tubo de saída de água pelo ladrão - torneira para saída de água



Passo 4: Parte interna com redutor de turbulência; Tampa do reservatório com plug para observação



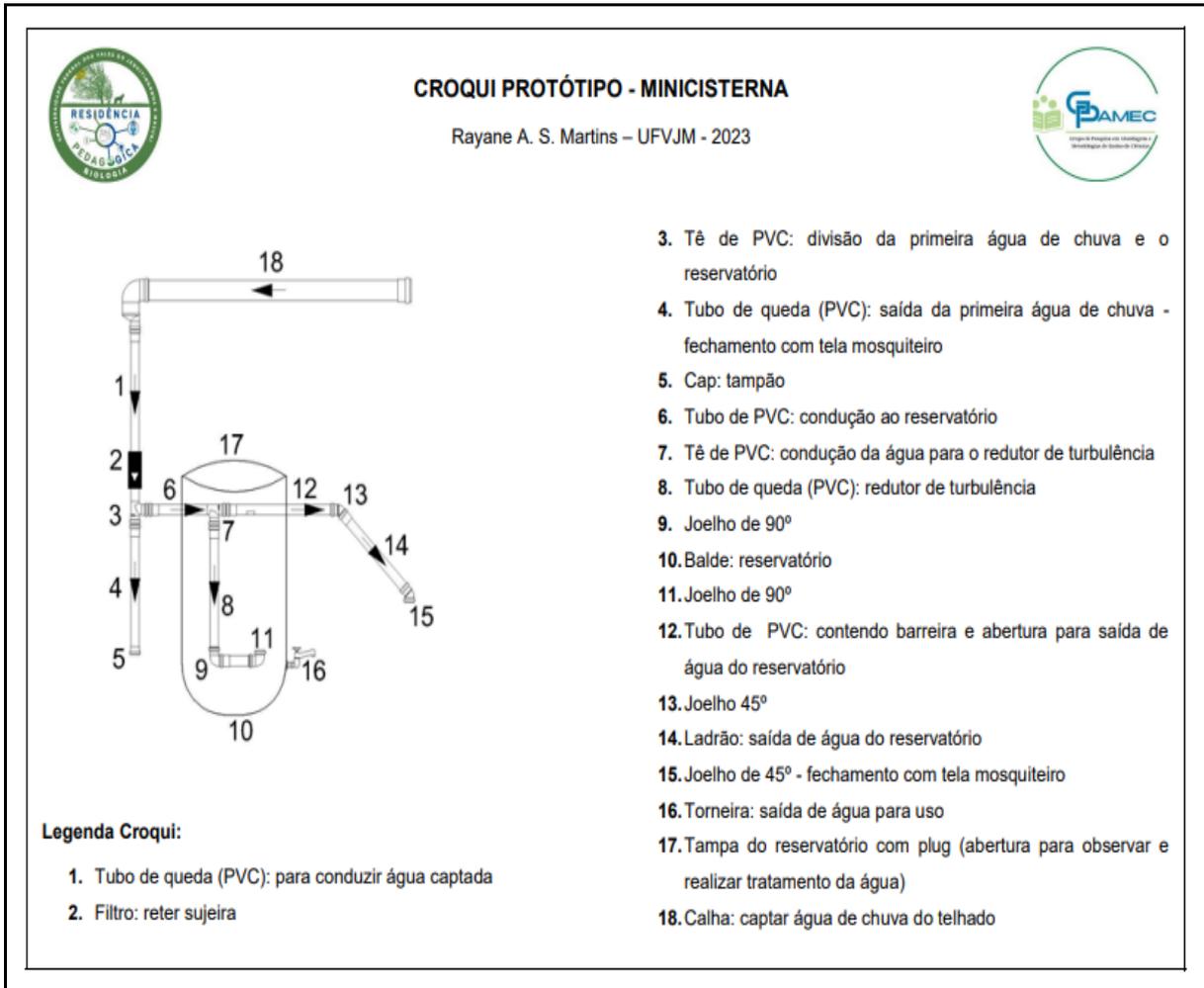
Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 14: Protótipo da “Captação de água de chuva”



Fonte: Acervo da autora (2023)

Quadro 11: Croqui elaborado



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 15: Explicando o sistema de “Captação de água de chuva”



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 16: Explicação funcionamento interno do sistema de “Captação de água de chuva”



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 17: Simulação do funcionamento da “Captação de água de chuva”



Fonte: Acervo da autora (2023)

Figura 18: Desmontagem do sistema “Captação de água de chuva”



Fonte: Acervo da autora (2023).

Figura 19: Desmontagem do protótipo da “Captação de água de chuva”



Fonte: Acervo da autora (2023).

Etapa 5: Após finalizar as atividades práticas, foi proposto que os grupos continuassem a história do Senhor João, por meio da inserção da Tecnologia Social Figuras 20 e 21, buscando solucionar os problemas do caso, a partir da seguinte questão: “Como a Tecnologia Social, pode ser útil para a família do Senhor João?”. Diante dessa questão, cada grupo elaborou uma redação final, a continuação da produção textual dos grupos.

Figura 20: Os grupos continuando a história do Senhor João



Fonte: acervo da autora (2023)

Figura 21: A turma finalizando a história do estudo de caso



Fonte: acervo da autora (2023).

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

4.1 Caracterização da Pesquisa

Esta pesquisa foi desenvolvida por meio da abordagem qualitativa (LÜDKE; ANDRÉ, 1986) e também se caracteriza por ser uma pesquisa exploratória descritiva, uma vez que se interessa mais pelo procedimento do que pelo produto (BOGDAN; BIKLEN *apud* LÜDKE; ANDRÉ, 1986), além de descrever e interpretar os dados coletados e de se preocupar em apresentar o ponto de vista dos participantes. Quanto ao delineamento da pesquisa, este trabalho se caracteriza como pesquisa de campo. Quanto à natureza das fontes, refere-se a uma pesquisa de campo, onde os dados foram coletados no ambiente escolar, onde ocorreu a aplicação de uma sequência didática. Segundo Marconi e Lakatos (2003), a pesquisa de campo pode ser vista como espaço para coletar elementos sobre problemas para tentar responder ou até mesmo conhecer fenômenos.

Este trabalho está amparado pelo Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), com o projeto denominado “Caracterização dos projetos, programas e ações de intervenção em Ciências Naturais nas escolas vinculadas à Superintendência Regional e Secretaria Municipal de Ensino de Diamantina”, com o número CAAE: 64530622.1.0000.5108.

4.2 Caracterização do Cenário e dos Participantes da Pesquisa

Essa pesquisa foi realizada por meio de uma parceria com Programa Residência Pedagógica do Curso Ciências Biológicas junto com o Grupo de Estudos e Pesquisas em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências (GEPAMEC), sendo realizado em uma escola piloto de uma instituição pública, a Escola Estadual Imaculada Conceição, localizada no município de Monjolos, interior do estado de Minas Gerais.

A escola recebe alunos do ensino fundamental e ensino médio, totalizando 176 estudantes matriculados e distribuídos em dois turnos. A pesquisa foi direcionada aos estudantes do 2º ano do ensino médio com idade entre 16 e 18 anos. Participaram da pesquisa 33 estudantes, sendo 15 do sexo feminino e 18 do sexo masculino.

Por princípios éticos, não será revelado o nome¹ dos participantes, que foram divididos em cinco grupos, chamados de G1, G2, G3, G4 e G5. Os três primeiros grupos foram compostos

¹ Este trabalho que se segue, faz parte de um conjunto de ações para fortalecer e compreender a educação básica, amparados pelo Comitê de Ética e Pesquisa dentro de um projeto maior denominado “Caracterização dos projetos,

por 7 estudantes e os dois últimos grupos por 6 estudantes, totalizando 33 estudantes. O desenvolvimento da pesquisa aconteceu durante as aulas disponibilizadas por alguns professores do ensino médio, no dia e horário estabelecido por cada professor, totalizando 10 aulas para concluir as cinco etapas da proposta pedagógica, com duração de duas aulas de 50 minutos.

4.3 Técnicas e Instrumentos de Coleta de Dados

Os dados foram analisados de acordo com as atividades desenvolvidas no decorrer das aulas conforme apresenta o Quadro 6 em 5 etapas. No entanto, neste trabalho, serão analisadas apenas as Etapas 1, 4 e 5 que se referem às atividades realizadas pelos grupos de estudantes. Essas etapas foram submetidas a análise por meio de registros textuais em folhas de papel A4 para as Etapas 1 e 5, sendo a Etapa 4 os dados coletados a partir de gravação de áudio. As Etapas 2 e 3 não foram analisadas, mas as mesmas foram importantes para a construção de conhecimento, auxiliando o processo de ensino e aprendizagem dos estudantes no decorrer de todas as etapas. Diante disso, será considerado assim:

1. ***Dados provenientes da análise do caso:*** foi proposto que os estudantes realizassem a leitura do texto do Quadro 8 e, em grupos, fizessem o registro da análise do caso, por grupo, a partir das reflexões propostas no final do texto; como apresentado na (Etapa 1 da SD).
2. ***Dados provenientes da Tecnologia Social:*** a partir do sistema de captação de água de chuvas, os grupos de estudantes foram questionados sobre qual seria a função do redutor de turbulência localizado na parte interna do reservatório (Etapa 4 da SD).
3. ***Dados provenientes a partir da retomada do caso:*** foi proposto aos grupos dos estudantes que continuassem a história do Senhor João, por meio da inserção da Tecnologia Social, para solucionar os problemas do caso, a partir da elaboração textual na (Etapa 5 da SD).

4.4 Metodologia de Análises dos Dados

Para análise dos dados desta pesquisa, foram utilizadas as orientações descritas no Quadro 4 de Cavagnetto (2010, p. 342, tradução de Fernandes, Rodrigues e Ferreira; 2021), p. 148) que colabora para responder os objetivos da pesquisa. Segundo Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), essas orientações, apontadas pelo autor no Quadro 4, são importantes para compreender as intervenções argumentativas referentes à alfabetização científica.

O intuito dessa pesquisa foi caracterizar os domínios e categorias relacionadas ao desenvolvimento da Alfabetização Científica dos estudantes do 2º ano do Ensino Médio, a partir do estudo de uma Tecnologia Social utilizando a abordagem do Estudo de Caso. Para isso, a análise de dados, neste trabalho, foi feita a partir dos três domínios e das categorias de Cavagnetto (2010) (Quadro 4), os quais serão o referencial teórico-metodológico de análise:

1. Natureza da intervenção argumentativa;
2. Ênfase da atividade argumentativa; e
3. Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa.

Esses três domínios e suas categorias buscaram compreender as intervenções do argumento dos estudantes, particularmente no que diz respeito à busca da Alfabetização Científica.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Natureza da intervenção argumentativa

Esse domínio apresenta “a distinção na fase de instrução em que o argumento foi integrado e até que ponto o argumento foi usado para obter um novo entendimento” (CAVAGNETTO, 2010, p. 343). Para isso, o domínio se divide nas seguintes categorias: Atividades principais que diz respeito aplicação do material aprendido, ou seja, os estudantes apresentam seus conhecimentos sobre fenômeno natural; Explicação do fenômeno é quando os estudantes descrevem ou utilizam argumentos para explicação do fenômeno natural e o Componente integral para a investigação do estudante se aplica quando os estudantes conduzem uma exploração para definir o fenômeno natural (CAVAGNETTO, 2010).

5.1.1 A partir dos dados provenientes da análise do caso

Nos textos argumentativos dos estudantes sobre o caso na Etapa 1, observa-se que, em relação ao dilema 1, apresentado no Texto “A culpa é toda do meu vizinho” (Quadro 8): “*Como o senhor João pode continuar armazenando água de chuva?*”, o Grupo 5 apresentou o seguinte argumento: “*O senhor João deve manter a borda do reservatório limpa e arranjar algo que sirva de tampa para o reservatório nos dias que não forem chuvosos*” (G5). Verificou-se que apenas o Grupo 5 conseguiu fazer uma relação entre a solução para o caso, a partir das categorias “Atividade principal”, quando citaram aplicação de algum tipo de material e a “Explicação do fenômeno”, propondo mecanismos para serem realizados em dias de sol para evitar a proliferação do mosquito *Aedes aegypti* no reservatório.

No dilema 2 do Quadro 8: “*Como evitar o foco do mosquito da dengue em sua propriedade?*”, o Grupo 1 apresentou o seguinte registro: “*O tanque poderia ser um pouco menor e com o resto do dinheiro poderia comprar uma telha de amianto que tem um preço mais em conta, é só destampar em dias de chuva*” (G1). Observou-se que apenas o Grupo 1 conseguiu relacionar o segundo dilema como uma Atividade principal, pois eles propuseram o uso de material, a partir de seus conhecimentos, para solucionar o caso e o associaram com o fenômeno natural que acontece em dias chuvosos. No entanto, os Grupos 2, 3 e 4, nessa atividade não conseguiram fazer o uso dessas categorias para este domínio.

Portanto, nota-se que apenas os grupos 1 e 5 de estudantes apresentam as duas categorias relacionadas com esse domínio: “Natureza da intervenção argumentativa”, nessa atividade. Quando apontam a relação com a Atividade principal e com Explicação do fenômeno significa dizer que abordagem do Estudo de Caso no Ensino de Ciências possibilita os estudantes buscarem por soluções. Nesse sentido, foi possível verificar que essa “abordagem de ensino baseada em situações de contexto real ou simulado, denominadas ‘casos’, com objetivo de conectar a teoria (dos conteúdos científicos e escolares) com a realidade do aluno” (FERNANDES; ALLAIN; DIAS, 2022, p. 253). Em vista disso, observa-se que os estudantes desenvolveram reflexões acerca das situações estudadas e buscaram propor formas de resolver problemas. Neves e Pierson (2022), ressaltam que o desenvolvimento das interações, os processos argumentativos e uso das práticas epistêmicas promovem entre os estudantes a participação ativa nas aulas.

5.1.2 A partir dos dados provenientes da Tecnologia Social

Na atividade prática sobre a explicação do funcionamento interno do sistema de “captação de água de chuva”, os dados coletados dos grupos de estudantes não apresentaram relação com esse domínio e nem com as suas respectivas categorias.

5.1.3 A partir dos dados provenientes da retomada do caso

Em relação à análise dos dados argumentativos dos estudantes sobre a retomada do caso na Etapa 5, a partir da questão: “*Como a Tecnologia Social pode ser útil para a família do Senhor João?*”, verificou-se na produção textual argumentativa alguns fragmentos relacionados com o domínio da “Natureza da intervenção argumentativa” quando descreveram que “*existe uma saída de água para o ladrão quando o reservatório estiver cheio*” (G 1); “*quando a bomba estiver cheia e uma torneira para retirar a água do reservatório*” (G 3); “*sistema que evita transbordar a água e que diminui a pressão ao cair*” (G 4) e “*diminuição do risco de foco de dengue*” (G 5). Observou-se que esses grupos conseguiram relacionar-se com a categoria Componente integral para a investigação do estudante, os quais entenderam que existem variáveis relacionadas com tipos de ações, exceto o Grupo 2, que nessa atividade não conseguiu fazer o uso dessa categoria para este domínio.

Diante disso, verifica-se que os estudantes, ao relacionarem seus argumentos do domínio “Natureza da intervenção argumentativa” com a categoria Componente integral para a investigação do estudante, evidencia que a Ciência colabora com a formação da cidadania, por meio de uma educação que favorece os estudantes a ter uma participação na sociedade que seja mais ativa, através do processo de Alfabetização Científica (SILVA; LORENZETTI, 2020).

Contudo, nota-se que os estudantes relacionam as suas produções textuais com as três categorias referente ao domínio “Natureza da intervenção argumentativa”, nas atividades propostas na Etapa 1, exceto o grupo 2 de estudantes.

5.2 Ênfase da atividade argumentativa

Nesse segundo domínio é abordado o propósito da intervenção argumentativa ou a intervenção do argumento para desenvolver e identificar a Alfabetização Científica dos estudantes (CAVAGNETTO, 2010). Diante disso, o domínio apresenta as categorias que buscam cultivar a Alfabetização Científica nos estudantes, a partir do conhecimento do Conteúdo científico: utilizado para argumentos voltados para aprendizagem de conteúdos

científicos; do Argumento, linguagem: categoria que se relaciona quanto a forma da organização e estruturação do processo linguístico acerca da ciência e da Moral, ética, política: categoria associada ao processo argumentativo durante atividade (CAVAGNETTO, 2010).

5.2.1 A partir dos dados provenientes da análise do caso

Nos textos argumentativos sobre o caso, observa-se que em relação ao dilema 1 apresentado no Quadro 8: *“Como o senhor João pode continuar armazenando água de chuva?”*, verificou-se os seguintes registros: *“Cobrar mais ações da prefeitura referente às dificuldades da comunidade”* (G 1) e *“Recorrer à vigilância sanitária do município para que possam ajudar a resolver o problema”* (G 5). Verificou-se que os Grupos 1 e 5 propuseram soluções referente a categoria Moral, ética, política ao associar o dilema proposto com políticas públicas para comunidade por meio de ações executadas pela prefeitura da cidade, citando o setor da vigilância sanitária para auxiliar na resolução do surto de dengue, exceto os Grupos 2, 3 e 4, que não fizeram o uso desse domínio “Ênfase da atividade argumentativa”, nessa atividade.

Em relação ao dilema 2: *“Como evitar o foco do mosquito da dengue em sua propriedade?”*, verificou-se que os seguintes registros: *“Não deixar nada que possa armazenar água jogado pelo quintal e em locais que é necessário ter o armazenamento”* (G 2) e *“Evitar recipientes com água parada no quintal e a proximidade, evitar fossas abertas”* (G 5). Também são referentes à categoria Moral, ética, política, quando apontaram ações para serem adotadas pelas pessoas tanto de maneira individual em suas casas, quanto em ações coletivas a partir de um conjunto de valores serem praticados pela comunidade.

Desse modo, percebe-se que os estudantes dos grupos 1, 2, e 5, relacionam-se com o domínio “Ênfase da atividade argumentativa”, demonstrando que as propostas de soluções para o caso dão enfoque nas considerações acerca da categoria Moral, ética, política. Diante disso, nota-se que a concepção sobre a NdT, para solucionar o caso, encontra-se inserida em um contexto que é social, político, econômico e cultural (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021).

Quanto à Reflexão B do Quadro 8: *“Como resolver a situação dessa família que está sendo vista como culpada pelos seus vizinhos? E a situação dos seus filhos na escola?”*. Observou-se que os textos argumentativos dos grupos estavam estruturados em:

“As pessoas terem empatia com a família pois eles não tinham instruções de que essa caixa de água poderia gerar esse tumulto todo” (G 2),

“Tomando todos os cuidados para que o reservatório de sua casa não contamine e cause doenças para não serem culpados novamente. Os filhos deveriam retomar a escola e não importarem com opiniões alheias dos seus colegas” (G 3),

“Ele deve chamar a vigilância sanitária para ele tratar a água e acabar com os mosquitos e fechar o reservatório para não ter mais concentração de mosquitos. Já em questão dos filhos deveriam conversar com os alunos que não é certo ficar fazendo chacota com eles, sabendo que não foi intenção deles” (G 4), e

“Tomando todos os cuidados e medidas certas para evitar acontecer novamente, e explicar para as pessoas que a família não teve a intenção de repercutir a doença. Os filhos retornaram à escola e não se importarem com opiniões alheias e ajudar os pais a solucionar o problema” (G 5).

Verificou-se que os grupos relacionam as suas reflexões levando em consideração a categoria Moral, ética, política, exceto o Grupo 1. As reflexões englobam um conjunto de medidas individuais, coletivas e até mesmo ações realizadas pelo setor público visando eliminar, diminuir e prevenir o surto de dengue e propondo uma convivência pacífica, com respeito com o próximo. Nesse sentido, é possível verificar que para os estudantes, as soluções para o caso estão estruturadas com o domínio “Ênfase da atividade argumentativa”, visto que é essencial alfabetizar as pessoas em Ciência e Tecnologia, de forma que o ensino propõe, além de conteúdos conceituais e leis, estabelecer procedimentos e atitudes que desenvolvam uma alfabetização científica em prol de uma construir um pensamento crítico na sociedade (SANTOS; MORTIMER, 2002).

Na Reflexão C: *“Você acredita que a culpa é toda do senhor João, pelo surto da dengue na região?”* Observou-se que:

“Não necessariamente, pois a falta de dinheiro não era culpa dele, porém poderia ter sido cobrado ações da prefeitura” (G 1),

“Não. Porque ele não teve a intenção de prejudicar todos. Tudo porque não tinha água encanada em sua casa” (G 4) e

“Por não saber sobre, não foi a intenção da família do senhor João causar a doença do vírus do mosquito” (G 3),

Os argumentos dos Grupos 1, 3 e 4 demonstram que eles conseguem associar as suas reflexões com categoria Moral, ética, política quando apontam por ações que deveriam ser realizadas pelo setor público através de políticas públicas de saneamento básico para atender a comunidade e sobre a importância da informação para que possam adquirir conhecimentos e praticar as suas próprias ações em prol da luta contra a doença.

Portanto, observa-se que os estudantes utilizam argumentos acerca do domínio “Ênfase da atividade argumentativa”, durante a reflexão proposta nesta atividade, quando apontam as condições sociais em que se encontra a família. Nesse contexto, significa dizer que adotar na sociedade as Tecnologias Sociais de forma que promova a participação, o diálogo, ação entre as pessoas são fundamentais para que se tenha um planejamento que seja autossustentável (ALLAIN; FERNANDES, 2022). Diante disso, verifica-se que quando a Permacultura e o trabalho com Tecnologias Sociais estão presentes nos ambientes escolares, tente a ter um ensino que proporciona interações e estimula intervenções para solucionar problemas presentes na sociedade (GAMA *et al.*, 2022).

Em relação ao registro: “*Não, pois os mosquitos podem ter proliferado em outros lugares que também continham água parada e assim ter repercutido mais rápido*” (G 5). É possível verificar, a partir desse registro, que o Grupo 5 utilizou a categoria Argumento, linguagem para promover a estruturação argumentativa, especificando que a falta de medidas preventivas em outros lugares, pode ter contribuído para o surto da dengue. Para compreender esta categoria, podemos utilizar o padrão argumentativo “*Toulmin’s Argument Pattern - TAP*” de Toulmin (2003) *apud* Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), que indica Apoio - conhecimento básico (*Backing - B*) quando o grupo destaca: “*Não, pois os mosquitos podem ter proliferados em outros lugares...*”, sendo uma assunção básica e comum, fornecendo uma justificativa para dar conta da garantia de conclusão de uma ideia: “[...] e assim ter repercutido mais rápido”. Também é possível observar no argumento do Grupo 5 um Qualificador (Q) de conclusão de uma ideia, quando o grupo buscou especificar uma condição como verdadeira, a partir do termo “assim” destacado no final da frase.

Contudo, nota-se que os estudantes do Grupo 5 apresentam uma estrutura argumentativa considerando o *TAP*. Nesse sentido, Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021) e Sasseron e Carvalho (2013). Verifica-se que apenas o Grupo 2 não fez a reflexão C proposta acerca desse domínio “Ênfase da atividade argumentativa”, com as suas respectivas categorias.

Na reflexão D: “*Na sua opinião, você concorda com o título desse caso?*”, observou-se que:

“*Não. O mal-entendido*” (G 1),

“*Não, a culpa não é toda da família do senhor João*” (G 3), e

“*Não. A culpa não é só minha*” (G 5).

A partir desses fragmentos argumentativos, verificou que esses Grupos 1, 3 e 5 deram enfoque na categoria Moral, ética, política quando identificaram que o título do caso estaria

relacionado com ações que dependem de toda a comunidade, ou seja, é de responsabilidade da comunidade em realizar as medidas preventivas e de divulgar as informações sobre a dengue para evitar esse tipo de situação, que causou polêmica no município. Diante disso, verifica-se que o ensino propõe aos estudantes mecanismos tanto conceituais quanto atitudinais, e uma alfabetização científica em prol da construção de um pensamento que seja crítico (SANTOS; MORTIMER, 2002). E quando responderam que:

*“Discordo, **pois** jogaram a culpa em apenas uma família, **já que** poderia vir da casa de qualquer um, e afirmaram algo sem de fato saber a verdade. Título: O surto de dengue.”* (G 2), e

*“Não. [**Assim...**] O título poderia ser: O surto do aedes aegypti no município de Monjolos, **por causa de** ter espalhado o caso pelas pessoas.”* (G 4).

Observa-se que os Grupos 2 e 4 utilizaram a categoria Argumento, linguagem e relacionam com a reflexão D. Em vista disso, cada vez mais tem intensificado a exigência dos conhecimentos a respeito da Alfabetização Científica, principalmente em relação ao argumento e argumentação (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA 2021). O Grupo 2 apresenta uma estrutura argumentativa, que quando dizem: *“Discordo, **pois** jogaram a culpa em apenas uma família, **já que** poderia vir da casa de qualquer um...”*, pode ser relacionada com o modelo de Toulmin (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021), ou seja, existe um padrão argumentativo a partir do momento que fornecem justificativas em forma de Apoio (B) (“... *pois...*”) para Garantias específicas (W) (“...*já que...*”), na tentativa de justificar a ligação entre os Dados (D) (“*Discordo...*”) com a Qualificação (Q) de conhecimento ou conclusão (“... *poderia vir da casa de qualquer um...*”). O Grupo 4 também apoia o seu argumento com o uso da expressão “... *por causa...*”, como apresenta o componente TAP referente ao Apoio (B) e Qualifica (Q) a ligação, considerando como uma verdade: “[**Assim...**] O título poderia ser: O surto do aedes aegypti no município de Monjolos...”, a partir de um Dado (D) no discurso argumentativo. “*Não.*” (TOULMIN, *apud* FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021).

De modo geral, observa-se que todos os grupos não concordaram com o título “A culpa é toda do meu vizinho”, porque compreenderam que o surto da dengue depende da falta de ações individuais, coletivas e públicas na comunidade. Dessa forma, Silva e Lorenzetti (2020), consideram que Alfabetização Científica correlaciona com processo da linguagem das Ciências naturais, proporcionando aos estudantes novas formas de conhecimentos e modos de exercer na sociedade a cidadania.

5.2.2 A partir dos dados provenientes da Tecnologia Social

Nos argumentos dos estudantes sobre o sistema de captação de água de chuvas na Etapa 4, cada grupo respondeu, levando em consideração:

“É para evitar a pressão da água.” (G 1),

“Isso é para evitar que a água chacoalha dentro do reservatório.” (G 2),

“Para a água não cair forte dentro do reservatório.” (G 3),

“Para a água não cair forte dentro do reservatório.” (G 4), e

“Para água não descer com tanta pressão.” (G 5).

Observa-se que as respostas de todos os grupos estiveram associadas com domínio “Ênfase da atividade argumentativa”, acerca da categoria Conteúdo científico, visto que apresentaram os argumentos baseados na Física, em que água não abastece o reservatório em queda livre, o que provocaria turbulência na água já armazenada. O abastecimento acontece na parte inferior, com a água dissipando menor quantidade de energia, provocando menor turbulência. Em vista disso, nota-se que os estudantes apresentaram uma relação com esse domínio, evidenciando que ações educativas por meio de práticas epistêmicas permitem promover o envolvimento dos estudantes, através de uma aprendizagem que aborda conceitos, teorias científicas, leis e até mesmo práticas na comunidade científica, de modo que contribuem o processo de conhecimento (NEVES; PIERSON, 2022).

5.2.3 A partir dos dados provenientes da retomada do caso

Em relação à análise dos dados argumentativos dos estudantes sobre a retomada do caso na Etapa 5 da SD, verificou-se na produção textual alguns fragmentos relacionados com o domínio “Ênfase da atividade argumentativa” de Cavagnetto (2010), quando descreveram que:

“Com os projetos voltados para a comunidade de baixa renda no município de Monjolos houve uma palestra sobre a tecnologia social e com o apoio da prefeitura o senhor João e a sua família conseguiram construir uma tecnologia social.” (G 1).

“Depois de todo acontecimento da história do senhor João, o caso percorreu pela cidade e chegou até a vigilância sanitária. Que foram até a residência dele e propuseram a ideia de usarem a tecnologia social.” (G 4).

Observa-se que esses grupos apresentaram ações do setor público, a partir de políticas públicas realizadas na comunidade, sendo proposto a Tecnologia Social como solução para o caso, destacando que as ações devem ser realizadas por todos, caracterizando o argumento,

nesse sentido, como relacionado com a categoria Moral, ética, política. Diante disso, evidencia que estudos têm buscado caracterizar as práticas epistêmicas sendo incluídas na para construção do conhecimento dos estudantes no contexto escolar, através de linguagem e critérios de análises (ARAÚJO, 2008).

Verificou-se também que:

*“[**Já que**] A filha de um vizinho do senhor João, a Rayane, explicou a ele que poderia usar uma tecnologia social, **assim** ele teria segurança para captação da água de chuva” (G 2).*

*“**Assim**, os filhos conheceram a tecnologia social e acharam uma forma de ajudar a sua família. [**Já que**] Eles contaram para o pai sobre a armadilha do mosquito e sobre a forma de captar a água de chuva” (G 3).*

*“**Já que** os alunos foram até a casa do senhor João, e o apresentou o projeto de uma cisterna, para que pudesse [**assim poderia**] facilitar sua vida sem provocar a dengue com baixo custo” (G 5).*

Esses grupos propuseram o uso da categoria Argumento, linguagem, quando citam “já que” como as razões (regras, princípios etc.) para justificar as ligações entre os dados e as conclusões a partir da expressão “assim”, que de acordo com Toulmin *apud* Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), significa dizer que é uma forma de especificar as condições que julgam ser a verdadeira para solucionar o caso.

Tendo em vista o que foi analisado neste domínio (Ênfase da atividade argumentativa), para desenvolver e compreender a Alfabetização Científica dos estudantes (CAVAGNETTO, 2010), verificou-se que as percepções dos estudantes estão de acordo com o proposto por Cavagnetto (2010), a partir de perspectivas: Moral, ética, política; Argumento, linguagem e Conteúdo científico. Conforme ressalta Fernandes, Rodrigues e Ferreira (2021), a argumentação pode ser concebida como instrumento de aprendizagem para o Ensino de Ciências e para a Alfabetização Científica, na proporção que se desenvolve com o estudante. Diante disso, observa-se que no decorrer das questões refletidas e debatidas sobre o caso, no funcionamento do sistema de captação de chuva e na produção textual, foi possível, a partir da estrutura do argumento dos estudantes, apresentar, assim, todas as categorias referentes ao domínio “Ênfase da atividade argumentativa”.

5.3 Aspectos da ciência inclusos na atividade argumentativa

Esse domínio se caracteriza na intervenção do argumento e no desenvolvimento e compreensão da Alfabetização Científica dos estudantes, a partir de aspectos sociais e materiais

da Ciência, destacando as categorias: 1. Social - quando os estudantes buscam defender as afirmações a partir de um determinado conhecimento; 2. Material (um sentido) - os estudantes trabalham de maneira que a natureza possa falar (planejamento de experimento) ou representar a voz da natureza por meio da interpretação dos dados experimentais; 3. Material (ambos sentidos) - os estudantes adotam as duas formas de trabalhar, tanto em fazer a natureza falar (planejar o experimento) como representar a voz da natureza (interpretar os dados experimentais); 4. Social + material (um sentido) - os estudantes associam o aspecto social com o planejamento do experimento ou com a interpretação dos dados experimentais da Ciência; 5. Social + material (ambos os sentidos) - os estudantes participam dos aspectos sociais e materiais da Ciência (CAVAGNETTO, 2010).

5.3.1 A partir dos dados provenientes da análise do caso

Nos textos argumentativos dos estudantes sobre o caso, foi observado que em relação ao dilema 1, representado no Quadro 8 da SD, os grupos manifestaram:

“Como o senhor João pode continuar armazenando água de chuva?”, verificou-se que os seguintes registros “Deveriam colocar um veneno para impedir a proliferação do mosquito, colocar uma peneira por cima da caixa de água para que o mosquito não entre e bote seus ovos.” (G 2).

“Solução: ele pode continuar armazenando água da chuva utilizando uma calha.” (G 3).

“Uma das soluções é armazenar a água em galões tampados ou vedar a caixa com lençol ou lona ou algo do tipo para não possuir passagens para os mosquitos.” (G 4).

Observa-se que os Grupos 2, 3 e 4 deixam falar a natureza quando apontam para um tipo de planejamento a ser realizado, relacionando com a categoria Material (um sentido). Nota-se que os Grupos 1 e 5 não se associam com essa categoria. Dessa forma, considera-se que os argumentos apresentados pelos estudantes apresentam uma visão que é reducionista, numa perspectiva de concepção instrumental da tecnologia (FERNANDES; RODRIGUES; FERREIRA, 2021).

Em relação ao Dilema 2: *“Como evitar o foco do mosquito da dengue em sua propriedade?”*, verificou-se que o Grupo 3 tem a consciência de: *“Evitar deixar o armazenamento de água aberto e mantendo limpo e arrumar uma espécie de tampa para que o reservatório não dê aedes aegypti”* (G 3). Observa-se que grupo considera a categoria Social + material (ambos os sentidos), indicando medidas para evitar a dengue na sociedade, de modo a fazer uso de um material. Mediante o exposto pode-se considerar que o argumento dos

estudantes do Grupo 3, correlacionam com uma visão de transformação social. Nesse sentido, Duque e Valadão (2017), salientam que a Tecnologia Social apresenta a capacidade de gerar mudanças sociais a partir das necessidades da comunidade.

Quando se analisa os argumentos da reflexão A: “*Quais foram os problemas enfrentados pela família?*”, notou-se que:

“*A falta de dinheiro, a falta de água e os mosquitos causadores da dengue.*” (G 1).

“*Eles adoeceram, foram humilhados e ainda tiveram que mudar de cidade.*” (G 2).

“*Falta de chuva, más condições de ir para escola, dificuldade na vida financeira, dificuldade na produção de alimentos.*” (G 3).

“*Baixa renda, falta de um acesso qualificado de água para filhos do senhor João.*” (G5).

Observa-se que esses grupos estão relacionados com categoria Social quando citam os problemas sociais que acometem a família, a partir do conhecimento que possuem a partir do caso, nota-se que os grupos de estudantes, exceto Grupo 4 fizeram essa relação com domínio “Aspectos da Ciência inclusos na atividade argumentativa”. Diante dos argumentos levantados pelos estudantes, verifica-se que argumentação é uma prática epistêmica importante para comunidade científica e escolar (SASSERON; 2018) possibilitando assim participação dos estudantes na sala de aula. Nesse sentido, a Permacultura, conforme Gama *et al.* (2022), propõe para as pessoas uma condição de permanência no mundo, considerando o ambiente, os princípios éticos e a partilha justa na sociedade.

Já o argumento do Grupo 4 indica que: “*Falta de água que os levaram a construir um reservatório para colocar água, com isso atraiu muitos mosquitos porque a água ficou parada, que deu o surgimento da doença aedes e acabou contaminando a cidade fazendo o senhor João levar toda a culpa*” (G 4). Nesse argumento, é possível verificar a relação entre o problema social da família, a partir da crise hídrica, associando com o material construído (TS), ou seja, é possível perceber que existe uma relação com a forma em que o material é adotado pela família para ocasionar a dengue. Assim, neste sentido, percebe-se que esse grupo se relaciona com a categoria Social + material (ambos os sentidos). Verifica-se que o Grupo 4, apresenta uma estrutura no argumento, fornecendo muitas informações. Observa-se que nas práticas epistêmicas ocorrem mudanças do sujeito, entre conhecedor individual para comunidade prática (SILVA, 2015). Nesse sentido, quando os estudantes se relacionam com essa categoria, deve-se ressaltar que propor as Tecnologias Sociais e Permacultura no contexto escolar, seria uma

possibilidade de desenvolver no ensino de Ciências a interdisciplinaridade entre os estudantes (ALLAIN; FERNANDES, 2022).

Para a reflexão B: *“Como resolver a situação dessa família que está sendo vista como culpada pelos seus vizinhos? E a situação dos seus filhos na escola?”*, o Grupo 1 observou que: *“A situação descrita era a falta de dinheiro na família para acrescentar uma tampa ao reservatório, então a situação deveria ser explicada aos vizinhos e as pessoas da escola”* (G 1). Assim, o Grupo 1 aborda que a situação social da família e a proposta de fazer o uso por um tipo de material levou para outra situação social, ocasionando o surto da dengue na comunidade, que se relaciona com a categoria Social + material (um sentido). Nota-se que apenas o grupo 1 associou o seu argumento com essa categoria. Desse modo, Gama *et al.* (2022) enfatizam que as Tecnologias Sociais além de sugerir o desenvolvimento tecnológico, inclui participação social no modo de produção proporcionando a gestão tecnológica.

Ao trabalhar com a reflexão C: *“Você acredita que a culpa é toda do senhor João, pelo surto da dengue na região?”*, foi possível observar que: *“Não, a culpa é também das pessoas que não os instruíram e os julgaram”* (G 2). Assim, verificou-se que apenas esse grupo se relacionou com a categoria Social para essa reflexão. Nota-se que os estudantes construíram o argumento a partir do conhecimento em que todas as pessoas são responsáveis em adotar as medidas para não proliferação *Aedes aegypti*. Nesse sentido Calvão (2020), ressalta que a prática da Permacultura tem o intuito de buscar promover um ambiente equilibrado, visando uma vida saudável. Contudo, as Tecnologias Sociais são fundamentais para se construir uma sociedade que seja ecologicamente equilibrada, a partir da equidade social, por meio de estratégias para ir em contrapartida com os impactos que são gerados com as ações humanas (GAMA *et al.*, 2022).

5.3.2 A partir dos dados provenientes da Tecnologia Social

Na atividade proposta sobre a explicação do funcionamento interno do sistema de “captação de água de chuva”, os dados coletados pelos grupos de estudantes não apresentaram relação com esse domínio e nem com as suas respectivas categorias.

5.3.3 A partir dos dados provenientes da retomada do caso

Em relação à análise dos dados argumentativos dos estudantes sobre a retomada do caso na Etapa 5 da SD, a seguinte questão foi levantada: *“Como a Tecnologia Social, pode ser útil para a família do Senhor João?”*, verificou-se na produção textual alguns fragmentos argumentativos relacionados com esse domínio quando descreveram que:

“Essa tecnologia social tem um sistema interno de redutor de turbulência feito de canos de PVC e alguns joelhos de PVC” (G 1).

“Ele poderia utilizar canos de PVC ou até garrafas pet para a construção do reservatório e a água represada serviria para suas plantações” (G 2).

“[...] utilizando a calha de garrafa PET e alguns canos de PVC e uma bomba de água para armazenar a água, e utilizar na plantação e evitar o mosquito da dengue” (G 3).

“[...] então a vigilância explicou como era a ideia mostrando as vantagens: montariam uma cisterna de forma segura, com tampa, com filtro, com sistema que evita transbordar a água e que diminui a pressão ao cair” (G 4).

Observa-se que o argumento da produção textual desses grupos está relacionado com a categoria Social + material (ambos os sentidos), pois os estudantes apresentam o argumento considerando a situação que a comunidade está passando, assim propõem a solução por meio da tecnologia social, buscando apresentar os materiais utilizados, as vantagens da sua montagem que atenderia a demanda de irrigação da plantação e evitaria por meio dessa tecnologia social a proliferação de mosquitos *Aedes aegypti* na comunidade, devido ser um sistema seguro e de baixo custo. Diante disso, nota-se o argumento utilizado pelos estudantes relacionados com Alfabetização Científica, visto que engloba novos conhecimentos referentes à sociedade (SASSERON, 2015).

No fragmento argumentativo: *“Os alunos do 2º ano EMTI 2023, da Escola Estadual Imaculada Conceição conheceram a tecnologia social, e realizaram um trabalho, para recolher a água de chuva sem causar início ao foco de dengue” (G 5)*, somente o Grupo 5 se destacou na categoria Social, observando que os estudantes se identificam como parte do caso, quanto ao conhecimento sobre a tecnologia social trabalhada nas aulas, em prol de divulgar para a solução do caso. Nesse sentido Sasseron e Carvalho (2013), ressalta sobre a importância das práticas científicas nas escolas, tendo em vista que os estudantes que irão atuar nos campos científicos e tecnológicos no futuro. Com isso, estudos voltados para estruturação de argumentos nas salas de aulas são bastante relevantes para ensino de Ciências, em prol do ensino e aprendizagem dos estudantes.

Diante dos fatos analisados, verifica-se que os grupos de estudantes apresentam todas as categorias a respeito do domínio “Aspectos da Ciência inclusos na atividade argumentativa”, sendo que quando apontam a relação entre Social + Material (ambos os sentidos) significa dizer que seria o papel da Tecnologia Social em atender a sociedade por meio dos conhecimentos científicos. Dessa forma, Silva (2015) considera que práticas epistêmicas correlacionam com a mudança do indivíduo que deixa de ter um pensamento isolado e passa a um contexto da

comunidade. Nesse domínio, pode observar-se que o contexto escolar tem a potencialidade de propor interações entre os indivíduos na construção de conhecimentos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A abordagem de temas na perspectiva de Estudo de Caso de Ensino ou Casos de Ensino de Ciências é imprescindível para uma formação crítica dos cidadãos em torno da sociedade, pois ajuda na tomada de decisões no meio em que vive. Esse trabalho buscou investigar como se caracteriza a argumentação dos estudantes como prática epistêmica, a partir da aplicação de uma Tecnologia Social baseada na abordagem Estudo de Caso no Ensino de Ciências. Também buscou auxiliar a compreensão da construção e desenvolvimento do conhecimento tecnológico e científico dos estudantes.

Neste trabalho foi possível verificar que a sequência didática proposta desenvolveu nos estudantes habilidades e competências, quando adquiriram novos conhecimentos, a partir de uma visão mais crítica sobre a temática durante o processo de aprendizagem, tanto dos conteúdos, quanto das propostas por soluções para o caso. Tendo em vista que os teóricos-metodológicos do Estudo de Casos de Ensino ou Casos de Ensino de Ciência mostraram-se efetivos na promoção dos indicadores de alfabetização científica.

Diante disso, deve-se considerar no processo de formação dos estudantes, engajamentos em trabalhos voltados para práticas epistêmicas no ensino de Ciências, pois nota-se que nos argumentos dos grupos de estudantes relacionam com os domínios e suas respectivas categorias de Cavagnetto (2010) do Quadro 4, tendo em vista que os resultados apontaram a relação com as práticas epistêmicas, que é o processo como se dá alfabetização científica.

Nesse sentido, a abordagem de temas sociais, históricos e culturais no cotidiano favorece a aprendizagem e estimula a ação dos estudantes nas decisões sobre situações da sociedade. A abordagem Estudo de Caso de Ensino ou Casos de Ensino de Ciência, baseado em uma Tecnologia Social, possibilitou aos estudantes refletirem e apontarem a linguagem argumentativa para o processo de ensino e aprendizagem. Nesse sentido, a sequência didática se materializou durante as etapas, para a alfabetização científica.

As limitações desse trabalho se deram acerca do desenvolvimento da pesquisa, por não ter conseguido propor atividades interdisciplinares em parceria com os outros professores da escola, e por não ter analisado todas as etapas da Sequência Didática por motivo de tempo, optando assim pelas atividades desenvolvidas apenas em grupos. No entanto, todas as etapas foram importantes e significativas no processo de construção do conhecimento dos estudantes.

Contudo, espero que esse trabalho possa instigar professores a desenvolverem atividades acerca de Tecnologias Sociais, pois além da apropriação de vários conceitos científicos, essas metodologias e abordagens diferenciadas tornam o ensino de Ciências mais significativo e atraente aos estudantes. Além disso, retorna aos conhecimentos prévios dos estudantes, promove o desenvolvimento de atividades em equipes e capacidade argumentativa, em prol de construir uma melhor sociedade, para que se tenha o meio ambiente equilibrado.

7 REFERÊNCIAS

- ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. **Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- ANDRADE, J. A.; VALADÃO, J. A. D. Análise da instrumentação da ação pública a partir da teoria do ator-rede: tecnologia social e a educação no campo em Rondônia. **Revista de Administração Pública**, v. 51, p. 407 – 430, 2017.
- ARAÚJO, A. O. **O uso do tempo e das práticas epistêmicas em aulas práticas de química**. 2008. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, UFMG, Belo Horizonte, Minas Gerais, 2008.
- ALPINO, T. A.; FREITAS, C. M.; SENA, A. R. M. Desastres relacionados à seca e saúde coletiva – uma revisão da literatura científica. Uma revisão da literatura científica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 809-820, 2016.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Instituto René Rachou, Regional da Fundação Oswaldo Cruz. **Ciência e Tecnologia em Saúde**. Fiocruz Minas. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <<https://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/>> Acesso em: 07 de mar. 2023.
- BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, p.600, 2018.
- CALVÃO, A. L. **Educação popular, permacultura e agroecologia para a transformação social, econômica e ambiental: um estudo de caso na comunidade rural de Extrema – Congonhas do Norte/MG**. Dissertação (Mestrado –Programa de Pós-Graduação em Estudos Rurais). Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, p.147,2020.
- CAVAGNETTO, A. R. Argument to Foster Scientific Literacy. **Review of Educational Research**, v. 80, n. 3, p. 336–371, 2010.
- DAGNINO, R. **Tecnologia Social: contribuições conceituais e metodológicas**. Campina Grande:EDUEPB, 2014.
- DUQUE, T. O.; VALADÃO, J. A. D. Abordagens teóricas de tecnologia social no Brasil. **Revista Pensamento Contemporâneo em Administração**. v. 11, p. 1-19, 2017.
- FERNANDES, G. W. R.; ALLAIN, L. R.; DIAS, I. R. **Metodologias e abordagens diferenciadas em ensino de ciências**. São Paulo: Livraria da Física, 2022.
- FERNANDES, G. W. R.; RODRIGUES, A.; FERREIRA, C. A. Os fundamentos essenciais da argumentação no ensino de Ciências: um estudo a partir das unidades, elementos taxonômicos e qualidade do argumento. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 35, n. 3, p. 1020-1059, dez. 2018.
- FERNANDES, G. W. R., RODRIGUES, A. M., FERREIRA, C. A. R. Reflexões sobre os fundamentos essenciais da argumentação no ensino de ciências. In: FERNANDES, G. W. R., RODRIGUES, A. M., FERREIRA, C. A. R. **Olhares para o ensino de Ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, p. 145-176, 2021.

FERNANDES, G. W. R., RODRIGUES, A. M., FERREIRA, C. A. R. Reflexões sobre o papel do cientista e a natureza da Ciência e da Tecnologia. In: FERNANDES, G. W. R., RODRIGUES, A. M., FERREIRA, C. A. R. **Olhares para o ensino de Ciências: tecnologias digitais, atividades investigativas, concepções e argumentação**. 1 ed. São Paulo: Livraria da Física, p. 95-140, 2021.

GAMA, B. S.; GUEDES, B. G. A.; ALLAIN, L. R.; GOULART, M. F.; CALVÃO, A. L. Permacultura e Tecnologias Sociais: bases conceituais. In: ALLAIN, L. R.; FERNANDES, G. W. R. **Tecnologias sociais da permacultura e educação científica: propostas inovadoras para um currículo interdisciplinar**. São Paulo: Livraria da Física, p. 29 - 46, 2022.

KENSKI, V. M. **Tecnologias e ensino presencial e a distância**. Campinas, SP: Papirus, 2003. Disponível em: <<http://lelivros.love/book/baixar-livro-tecnologias-e-ensino-presencial-e-a-distancia-vania-moreira-kenski-em-pdf-epub-e-mobi/>> Acesso em: 17 abr. 2023.

LOPES, T. G. R. **Desenvolvimento e manejo de tecnologias sociais de base agroecológica na promoção do saneamento rural em Ituberá, Bahia**. Dissertação (mestrado). Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, p. 237, 2020.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1986.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica**. São Paulo: Atlas, 2003.

MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o ensino de ciências. In: CHASSOT, Á; OLIVEIRA, R. J. D. **Ciência, ética e cultura na educação**. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, p. 99-118, 1998.

MINAS GERAIS. **Secretária de Estado de Educação de Minas Gerais**. Plano de curso: Novo ensino médio – itinerário formativo. Aprofundamento em Ciências da Natureza e suas Tecnologias 2ºano. 2023.

NASCIMENTO, D. R.; MARANHÃO, E. P.; BULHOES, T.; SANTOS, V. S. N. Dengue: uma sucessão de epidemias esperadas. In: NASCIMENTO, D. R.; CARVALHO, D. M. (Org.). **Uma história brasileira das doenças**. vol 3. 1ed. Belo Horizonte: Argvmentvm, v. 1, p. 211-232, 2010.

NEVES, J. A.; PIERSON, A. H. C. Interações Discursivas, Práticas Epistêmicas e o Ensino de Relatividade Restrita. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 33345, 1–31, 2022.

QUEIROZ, S. L. **Estudo de casos aplicados ao ensino de ciências da natureza – ensino médio**. São Paulo: Centro Paula Souza, 2012.

QUEIROZ, S. L.; CABRAL, P. F. O. **Estudo de Caso no Ensino de Ciências Naturais**. Centro de divulgação Científica e Cultural, São Carlos: Editora Art Point, 2016.

SANTOS, W. L. P.; MORTIMER, E. F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Revista Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciência**, v. 2, p. 110-132, 2002.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Uma análise de referenciais teóricos sobre a estrutura do argumento para estudos de argumentação no Ensino de Ciências. **Rev. Ensaio**, Belo Horizonte. v.13, p. 243-262, 2011.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Ações e indicadores da construção do argumento em aula de Ciências. **Revista Ensaio**, v.15, p. 169-189, 2013.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, 17(n. esp.), 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. **Práticas em aula de ciências: o estabelecimento de interações discursivas no ensino por investigação** (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo). Biblioteca Digital de Teses e Dissertações da USP. 2018.

SCHEID, N. M. J. História da ciência na educação científica tecnológica: contribuições e desafios. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 11, p. 443-458, 2018.

SILVA, J. L. P. B.; MORADILLO, E. F. Avaliação, ensino e aprendizagem de ciências. **Revista Ensaio – Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 04, p. 28-39, 2002.

SILVA, S. M.; SERRA, H. Investigação sobre atividades experimentais de conhecimento físico nas séries iniciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, p. 9-23, 2013.

SILVA, A. C. T. Interações discursivas e práticas epistêmicas em salas de aula de ciências. **Revista Ensaio**, v.17, p. 69-96, 2015.

SZCZEPANIK, G. A relação entre ciência e tecnologia a partir de três modelos teóricos distintos. **Dois pontos**, Curitiba, São Carlos, v. 12, n. 1, p. 185-195, 2015.

SILVA, V. R.; LORENZETTI, L. A alfabetização científica nos anos iniciais: Os indicadores evidenciados por meio de uma sequência didática. **Educação e Pesquisa**, (São Paulo), v.46, p. 1-21. 2020.

VERASZTO, E. V.; SILVA, DE.; CAMARGO, E.; FILHO, J. B. Concepções de tecnologia de graduandos do estado de São Paulo e suas implicações educacionais: breve análise a partir de modelagem de equações estruturais. **Ciência & Educação**, v. 19, p. 761-779, 2013.

VIECHENESKI, J. P.; CARLETTO, M. Por que e para quê ensinar ciência para crianças. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, p.213-227, 2013.

8 APÊNDICES



UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO JEQUITINHONHA E
MUCURI



Rayane Aparecida Soares Martins

**PRODUTO EDUCACIONAL
PROGRAMA RESIDÊNCIA
PEDAGÓGICA/ - 2023
SUBPROJETO BIOLOGIA**

SUMÁRIO

MEUS PRODUTOS EDUCACIONAIS.....	57
Elaboração do texto.....	57
Confeção da armadilha mosquiteiro.....	60
Construção do protótipo “Captação de água de chuva”	64
Croqui protótipo – minicisterna.....	69
Vídeo: Simulação da Captação de água de chuva.....	70
Vídeo: Estudo de Caso baseado em Tecnologia Social.....	72
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	73

MEUS PRODUTOS EDUCACIONAIS

Esse tópico tem o intuito de apresentar as minhas contribuições na construção de produtos educacionais durante a minha permanência no Residência Pedagógica. Para isso, será apresentado a trajetória, os produtos e o processo do desenvolvimento para as atividades desenvolvidas na escola pelo Programa Residência Pedagógica/2023, subprojeto Biologia. Assim pretendo documentar, relatar, descrever e expor os produtos desenvolvidos, por meio de imagens, textos e links de acesso a produções digitais, a fim de melhor expor o trabalho produzido.

Elaboração do texto

Elaborei um texto para trabalhar com atividades desenvolvidas na educação básica. Para isso, elaborei o texto voltado para “O Estudo de Caso”. De acordo com Sá e Queiroz (2009), o estudo de caso no ensino de ciências apresenta uma abordagem que busca trabalhar uma situação real ou simular um caso, de forma que utilize os conteúdos cinéticos.

Características do caso: O caso é curto e narra a história de uma família da zona rural do município de Monjolos, com personagens e diálogos, que apresentam a dificuldade da escassez de água em sua região, despertando o interesse do leitor pois é uma situação preocupante para plantação da família que é importante para o seu próprio sustento e sua renda. Mas, a solução no caso para a falta de água na propriedade, desencadeou um problema de saúde, a dengue é uma doença infecciosa febril aguda, que pode se apresentar de forma benigna ou grave, dependendo de alguns fatores, entre eles: o vírus envolvido, infecção anterior pelo vírus da dengue e fatores individuais como doenças crônicas.

No Brasil, os vírus da dengue são transmitidos pela fêmea do mosquito *Aedes aegypti*, que surgiu na África e se espalhou para Ásia e Américas, principalmente através do tráfego marítimo. No Brasil, chegou durante o século 18, provavelmente nas embarcações que transportavam escravos, pois os ovos do mosquito podem resistir, sem estar em contato com a água, por até um ano (BRASIL). A melhor forma de se evitar a dengue é combater os focos do mosquito em acúmulo de água, que são locais propícios para a criação do mosquito transmissor da doença, forçando assim uma tomada de decisões, pois a dengue é um problema de saúde pública relevante no país. A presença de diálogos em uma linguagem simples pode promover

empatia para com as personagens; as falas são características do interior do Estado de Minas Gerais.

Em relação a relevância pedagógica, o caso aponta uma abordagem a partir de diversos temas, como: crise hídrica, saúde pública, doença transmitida pelo vírus (modo de transmissão, sintomas e prevenção), órgãos de saúde na vigilância epidemiológica, e tecnologia social para propor alternativas de soluções para família e o município. Pois, aos estudantes se deparem com os problemas presentes no caso sobre a escassez hídrica e os casos de dengue, podem discutir sobre as responsabilidades da família, da comunidade e dos profissionais dos órgãos da saúde na vigilância sanitária.

Contextualização do caso: No Brasil, a história da crise hídrica é marcada por tragédias sociais e sanitárias, onde a falta de água é uma falência no regime de precipitação causando no abastecimento do ecossistema agrícola e natural, assim como em outras atividades humanas. A crise hídrica pode ser definida por diferentes formas: meteorológica, agrícola, hidrológica, socioeconômica e ambiental. Com isso, existe muitas doenças transmitidas por vetores em períodos de seca, onde o armazenamento de água proporciona locais ideais para reprodução do mosquito, como por exemplo é citado no caso o *Aedes aegypti*, que transmite a dengue (ALPINO, T. A et al. 2016). Com a ausência de uma vacina contra a dengue, o combate à doença é adotar estratégias para eliminar o vetor, assim será possível evitar a transmissão da doença (Nascimento et al., 2010). O caso, proporciona uma visão sobre as consequências que são causadas ao meio ambiente e ao próprio homem. Permite estimular os estudantes em buscar por soluções sendo um estudo de caso que aborda a crise hídrica e a dengue.

Fontes de inspiração para produção do caso: Uma das fontes de inspiração para a produção do caso foram as situações vivenciadas pelas pessoas na região do município de Monjolos, sendo que em determinados períodos sofre com escassez hídrica, principalmente na zona rural que devido a falta de chuva no período das plantações necessitam da irrigação. E com as chuvas existe o costume de armazenar águas de chuvas de forma inadequada desencadeia casos de dengue na região.

Além disso, o artigo publicado pela revista Ciência & Saúde Coletiva, em 2016 aborda “Desastres relacionados à seca e saúde coletiva – uma revisão da literatura científica”, apresenta que a falta de água é seguida por tragédias sociais e sanitárias como o caso da dengue e outras doenças. E a publicação no Portal G1 de notícias no dia 12 de dezembro de 2022, que se refere a cidade de São Paulo, sobre os registros de casos de dengue devido o aumento das temperaturas e o período de chuvas alerta para as medidas de prevenção, ressaltando a importância de

eliminar os focos do mosquito transmissor da doença. As fontes de inspirações para o caso têm o intuito de discussão sobre os problemas e as possíveis soluções.

O quadro a seguir apresenta o texto elaborado pela autora para o “Estudo de Caso”:

A culpa é toda do meu vizinho

Rayane Aparecida Soares Martins

O Senhor João e Dona Maria, moravam na zona rural do município de Monjolos - MG e com muitas dificuldades conseguiram criar os seus doze filhos, que foram crescendo em uma vida de trabalho para ajudar no sustento da família. Na época era muito difícil para estudar, os filhos de Dona Maria tinham que andar muito a pé até chegar na escola, que se localizava na zona urbana e com isso, desistiram de estudar para trabalhar. Apenas os dois filhos mais novos que continuaram os estudos na Escola Estadual Imaculada Conceição.

O Senhor João tinha uma pequena quantidade de terra, onde plantava para tirar a renda e o próprio alimento da família, mas na sua propriedade, a falta de água era decorrente de uma crise hídrica enfrentada na região, onde os últimos períodos chuvosos possuíam baixos índices de precipitação, causando dificuldades na produção da terra. Uma solução seria a perfuração de um poço artesiano em seu terreno, porém a família não tinha condição financeira para a sua execução.

Era uma situação preocupante, o senhor João ao observar a plantação de feijão, disse a esposa:

- Se Deus, não der um tempo bom de chuva, esse ano não vamos conseguir colher nada!
- O que vamos fazer? Como vamos conseguir manter o alimento na mesa da nossa família?
- Ainda não sei! Mas temos que buscar uma forma de resolver esse problema.
- Oh, Marido! Faz um reservatório bem grande, para nós guardarmos água de chuva!

Então, João gastou muito dinheiro para construir um reservatório de cimento, porém sem tampa. Com o início da época de chuva, os dois filhos mais novos do casal amanheceram doentes, sem condições para irem à escola, pois começaram apresentar febre alta, dores musculares intensas, dor ao movimentar os olhos, mal estar, falta de apetite, dor de cabeça e manchas vermelhas no corpo. E outras pessoas começaram apresentar os mesmos sintomas, ou seja, houve surto de pessoas doentes no mesmo período. Tanto o quadro de saúde dos filhos do senhor João e das outras pessoas se agravaram de tal maneira, que muitos precisaram buscar tratamento no hospital da cidade vizinha.

Com essa situação no município, o caso precisou ser investigado pela Secretaria de Saúde e pela Vigilância Sanitária, onde os agentes epidemiológicos constataram um alto índice de foco do mosquito *Aedes aegypti*, transmissor do vírus da dengue no reservatório que estava sem tampa na propriedade do Senhor João. Esse caso repercutiu na pequena cidade, e os moradores começaram acusar o Senhor João pelos casos de dengue. Após os filhos se recuperarem eles não quiseram continuar nos estudos, pois as outras crianças da escola faziam chacotas e falavam mal da sua família, culpando-os pelo surto da doença.

Diante disso, o Senhor João e Dona Maria não queriam mais viver em sua propriedade, pois perderam o controle da situação da dengue, que foi agravada de tal forma, devido ao armazenamento inadequado da água de chuva captada, o que levou a serem vistos como culpados pelos vizinhos e pessoas do município.

Vocês fazem parte da família do Senhor João, como podem propor soluções para os problemas enfrentados, sendo que existe dois dilemas:

1. Como o Senhor João pode continuar armazenando água de chuva?

2. Como evitar o foco de mosquito da dengue em sua propriedade?

Reflexões:

- a. Quais foram os problemas enfrentados pela família, no caso acima?
- b. Como resolver a situação dessa família que está sendo vista como culpada pelos seus vizinhos? E a situação dos filhos na escola?
- c. Você acredita que a culpa é toda do senhor João, pelo surto da dengue na região?
- d. Na sua opinião, você concorda com o título desse caso? Se não concorda, dê outro título

Confecção da armadilha mosquiteiro

Com o intuito de trabalhar com a Tecnologia Social na educação básica, fiz a confecção de um modelo para que os alunos pudessem fazer a sua própria armadilha. Pois, prevenir a dengue deve ser uma obrigação de cada cidadão. Não deixar água parada é a maneira mais importante para evitar a proliferação de mosquitos, inclusive dos *Aedes aegypti*. Mas, com uma simples garrafa pet, é possível fazer uma armadilha que retira do ambiente as futuras gerações de mosquitos. Construir uma Mosqueteira é muito simples. Depois de pronta a mosqueteira a mantenha sempre com nível de água pela metade, assim ovos depositados pelas fêmeas na parte superior vão descer para parte inferior, onde irão virar larvas de *Aedes aegypti* que irão se eclodirem desses ovos ficando presas dentro da mosqueteira e assim permaneceram durante todas as suas formas de vida: larva, pupa e adulto alado, ou seja, assim irão morrer. Ao realizar a confecção dessa armadilha é muito importante monitorar e verificar a condição da tela de mosquiteiro.

Imagem 01: Garrafa pet indicando a marcação



Fonte: Acervo da autora

Imagem 02: Cortando a garrafa pet



Fonte: Acervo da autora

Imagem 03: Lixando a parte superior da garrafa pet



Fonte: Acervo da autora

Imagem 04: Cortando a telinha de mosquito



Fonte: Acervo da autora

Imagem 05: Encaixando a telinha na tampa da garrafa pet



Fonte: Acervo da autora

Imagem 06: Adicionando água na parte inferior da garrafa pet



Fonte: Acervo da autora

Imagem 07: Adicionando arroz na parte inferior da garrafa pet



Fonte: Acervo da autora

Imagem 08: Fixando fita adesiva na armadilha



Fonte: Acervo da autora

Imagem 09: Armadilha de mosquiteiro



Fonte: Acervo da autora

Após, finalizar a confecção dessa armadilha do mosquiteiro na minha casa como apresenta na imagem abaixo, utilizei como modelo para apresentar aos estudantes do 2º ano da Escola Estadual Imaculada Conceição, como proposta de atividade prática.

Imagem 10: Armadilha mosquiteiro finalizada



Fonte: Acervo da autora

Construção do protótipo “Captação de água de chuva”

Também com intuito de trabalhar com a Tecnologia Social no contexto escolar, construir um protótipo para apresentar a simulação desse sistema aos alunos. Na elaboração desse protótipo, contei com a parceria do “Grupo de Pesquisa em abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências” (GEPAMEC) para ajuda financeira nos materiais, e com o Engenheiro Civil, Jonathas Rodrigues no apoio do planejamento e confecção do protótipo, pois determinados passos na construção haviam a necessidade de utilizar algumas ferramentas, as quais não se encontrava ao alcance para realizar a confecção do protótipo. Além disso, também o apoio de terceiros na disponibilidade de alguns itens de matérias e ajuda dos alunos do 2º ano para a construção do protótipo, como por exemplo, na calha do telhado.

Imagem 11: Garrafas pets para calha



Fonte: Acervo da autora

Imagem 12: Canos de PVC para calha



Fonte: Acervo da autora

Imagem 13: Uso da furadeira na calha



Fonte: Acervo da autora

Imagem 14: Uso de rebites na calha



Fonte: Acervo da autora

Imagem 15: Calha de chuva



Fonte: Acervo da autora

Imagem 16: Realizando a perfuração do balde e anexando os canos de PVC



Fonte: Acervo da autora

Imagem 17: Peças para realizar a montagem do protótipo



Fonte: Acervo da autora

Imagem 18: Montagem do filtro do protótipo



Fonte: Acervo da autora

Imagem 19: Montagem do tubo de queda de água, filtro, Tê para divisão da 1ª água de chuva e o reservatório.



Fonte: Acervo da autora

Imagem 20: Tubo de saída de água pelo ladrão



Fonte: Acervo da autora

Imagem 21: Torneira para saída de água



Fonte: Acervo da autora

Imagem 22: Parte interna com redutor de turbulência



Fonte: Acervo da autora

Imagem 23: Tampa do reservatório



Fonte: Acervo da autora

Imagem 24: Tampa com plug e abertura para observação



Fonte: Acervo da autora

Imagem 27: legenda elaborada**Legenda Croqui:**

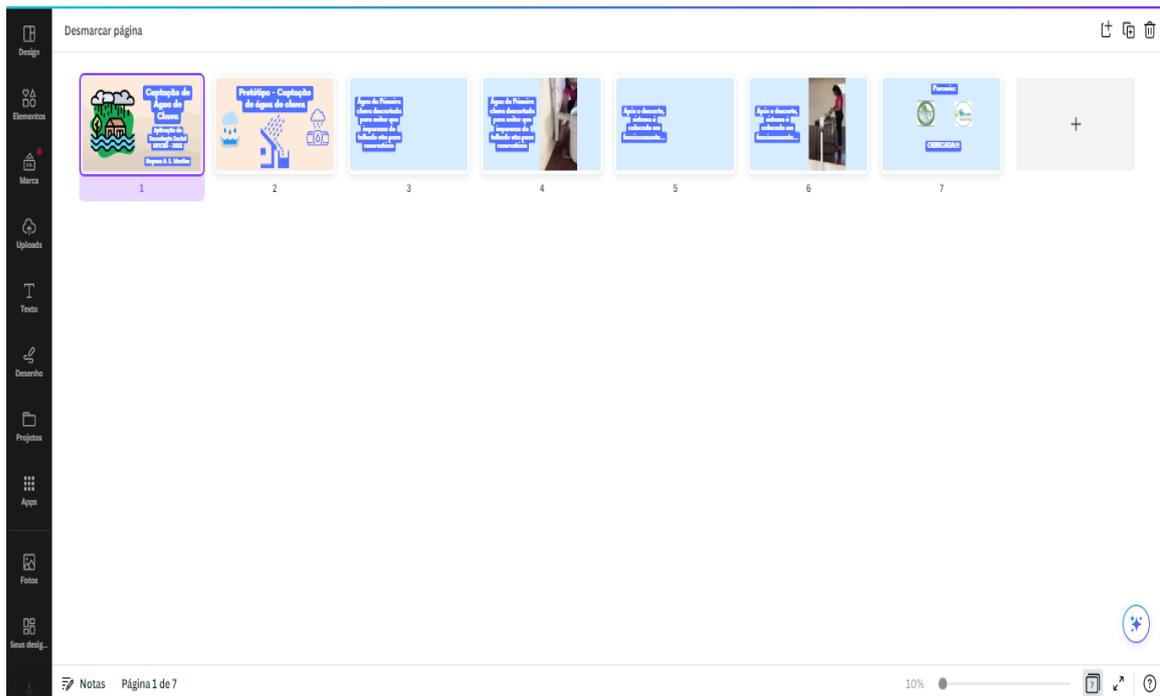
1. Tubo de queda (PVC): para conduzir água captada
2. Filtro: reter sujeira
3. Tê de PVC: divisão da primeira água de chuva e o reservatório
4. Tubo de queda (PVC): saída da primeira água de chuva - fechamento com tela mosquiteiro
5. Cap: tampão
6. Tubo de PVC: condução ao reservatório
7. Tê de PVC: condução da água para o redutor de turbulência
8. Tubo de queda (PVC): redutor de turbulência
9. Joelho de 90°
10. Balde: reservatório
11. Joelho de 90°
12. Tubo de PVC: contendo barreira e abertura para saída de água do reservatório
13. Joelho 45°
14. Ladrão: saída de água do reservatório
15. Joelho de 45° - fechamento com tela mosquiteiro
16. Torneira: saída de água para uso
17. Tapa do reservatório com plug (abertura para observar e realizar tratamento da água)
18. Calha: captar água de chuva do telhado

Fonte: Acervo da autora

Vídeo: Simulação da Captação de água de chuva

Esse vídeo foi elaborado para simular o sistema de Captação de água de chuva, onde me fiz presente na simulação, sendo adicionado pequenos textos informativos sobre o funcionamento.

Imagem 28: Página do Canva



Fonte: Acervo da autora

Imagem 29: Página inicial do vídeo



Fonte: Acervo da autora

Vídeo disponível no link abaixo:

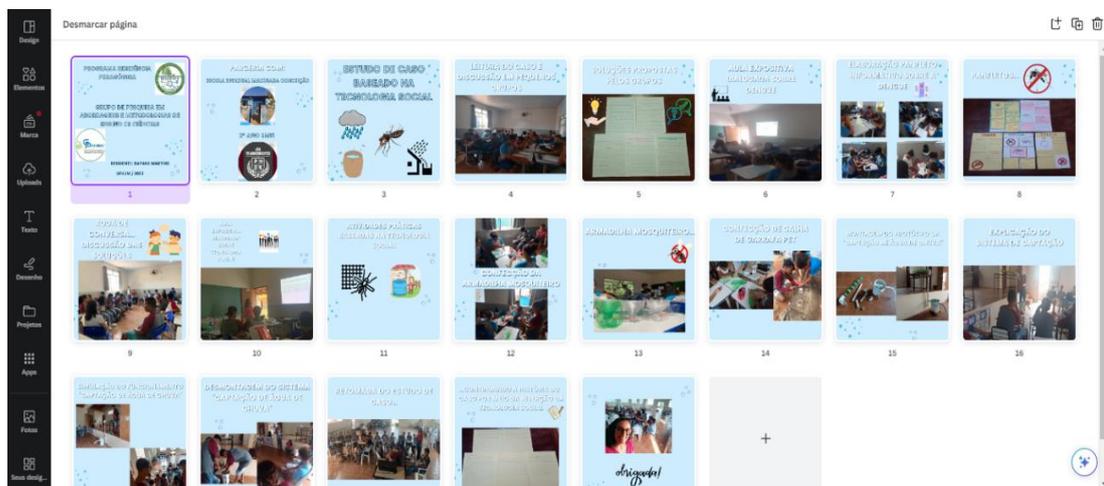
https://www.canva.com/design/DAFd9xY0Os4/DwPBUIrNzVVB5zqHF1j-mA/watch?utm_content=DAFd9xY0Os4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

Vídeo: Estudo de Caso baseado em Tecnologia Social

A partir das atividades realizadas na escola piloto no município de Monjolos – MG, elaborei um vídeo, com o intuito de apresentar e divulgar o trabalho, no qual atuei como residente na Escola Estadual Imaculada Conceição.

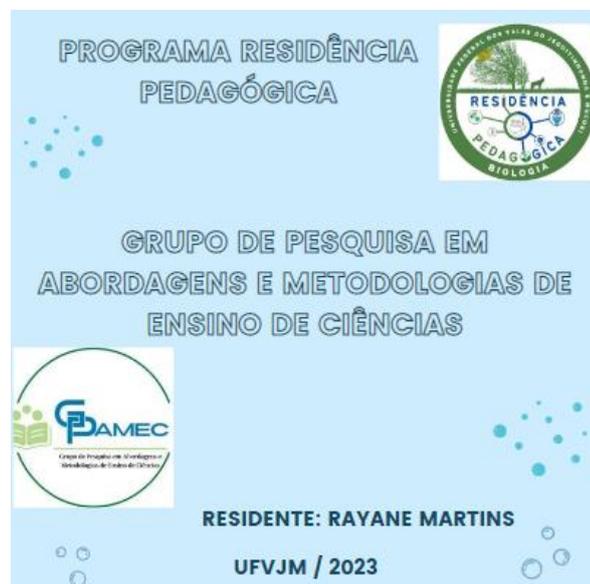
O vídeo, foi elaborado no site Canva, onde utilizei as fotos referentes aos dias para cada atividade, ou seja, esse vídeo tem o intuito de apresentar o resumo do que foi feito e trabalhado com os estudantes do 2º ano do Ensino Médio, em parceria com Programa Residência Pedagógica e o Grupo de Pesquisa em Abordagens e Metodologias de Ensino de Ciências. Sendo assim, disponibilizado o link de acesso ao vídeo.

Imagem 30: Página do Canva



Fonte: Acervo da autora

Imagem 31: Página inicial do vídeo



Fonte: Acervo da autora

Vídeo disponível no link abaixo: https://www.canva.com/design/DAFd-FyHiX0/wPEKOtIR1NvvmBzg1LxIcg/watch?utm_content=DAFd-FyHiX0&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ALPINO, T. A.; FREITAS, C. M.; SENA, A. R. M. Desastres relacionados à seca e saúde coletiva – uma revisão da literatura científica. Uma revisão da literatura científica. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, p. 809-820, 2016.

BRASIL. **Ministério da Saúde**. Instituto René Rachou, Regional da Fundação Oswaldo Cruz. Ciência e Tecnologia em Saúde. Fiocruz Minas. Belo Horizonte. Disponível em:<<https://www.cpqrr.fiocruz.br/pg/dengue/>> Acesso em: 07 de mar. 2023

SÁ, L. P.; QUEIROZ, S.L. **Estudo de casos no ensino de química**. Campinas: Editora Átomo, 2009, 93p.

NASCIMENTO, D. R.; MARANHÃO, E. P. BULHÕES, T.; SANTOS, V. S. N. Dengue: uma sucessão de epidemias esperadas. In: NASCIMENTO, D. R.; CARVALHO, D. M. (Org.). Uma história brasileira das doenças. vol 3. 1ed. Belo Horizonte: Argvmentvm, v. 1, p. 211-232, 2010.