



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO, PESQUISA E INOVAÇÃO TECNOLÓGICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO - PPGET**

ROSANA FERREIRA PALMEIRA

**PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO
AMBIENTAL.**

MANAUS/AM

2025

ROSANA FERREIRA PALMEIRA

**PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS
CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO
AMBIENTAL.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico, sob orientação do Prof. Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques.

Área de concentração: Processos e Recursos para o Ensino Tecnológico.

Linha de Pesquisa 2: Alternativas mediadoras para a eficácia do ensino e aprendizagem em contextos tecnológicos.

MANAUS- AM

2025

Biblioteca do IFAM – Campus Manaus Centro

P172p Palmeira, Rosana Ferreira.

Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental / Rosana Ferreira Palmeira. – Manaus, 2025.

186 p. : il. color.

Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico). – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, *Campus Manaus Centro*, 2025.

Orientador: Prof. Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques.

1. Mudanças climáticas. 2. Fontes de energia. 3. Preservação ambiental. I. Marques, Jean Dalmo de Oliveira. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 344.046

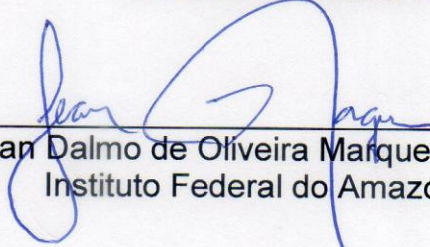
ROSANA FERREIRA PALMEIRA

**“Protótipos Educacionais no Contexto das Mudanças Climáticas Globais:
Estratégia para a Preservação Ambiental”**

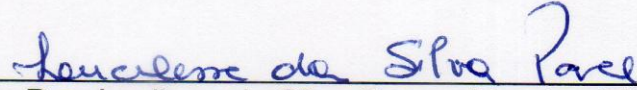
Dissertação apresentada ao Mestrado do Programa Profissional de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino Tecnológico. Linha de Pesquisa: Alternativas mediadoras para a eficácia do ensino e aprendizagem em contextos tecnológicos.

Aprovada em 27 de janeiro de 2025.

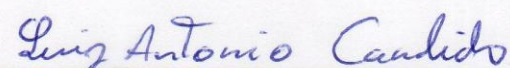
BANCA EXAMINADORA



Prof. Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques – Orientador / Presidente
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Profa. Dra. Lucilene da Silva Paes – Membro Titular Interno
Instituto Federal do Amazonas (IFAM)



Prof. Dr. Luiz Antônio Cândido – Membro Titular Externo
Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA)

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho com todo o meu amor e gratidão aos meus pais, que foram e sempre serão os pilares do meu caminho. Agradeço por cada palavra de encorajamento, por cada gesto de cuidado e, acima de tudo, por acreditarem em meus sonhos como se fossem seus. A vocês, entrego minha eterna admiração e o mais profundo agradecimento.

À minha mãe, Rosalina Castro Ferreira (In Memoriam), minha maior inspiração e eterno orgulho, dedico este momento com um coração cheio de saudade, mas também de amor imortal. “Mãe, sei que continuas ao meu lado, guiando meus passos com o mesmo afeto e ternura que nos unem para além desta vida. A saudade dói, mas o amor que deixaste nunca se apaga.”

À minha filha, Ana Rosa Palmeira da Cruz, o coração pulsante da minha vida. Obrigada por me ensinar, diariamente, o significado do amor incondicional. Sua paciência, compreensão e força são minha fonte de coragem para seguir, mesmo nos dias mais difíceis. Você é minha fortaleza e minha luz.

Rosana Ferreira Palmeira

AGRADECIMENTOS

A Deus, razão suprema da minha existência, pelo dom da vida, pela sabedoria e por ser minha fortaleza nos momentos difíceis.

Ao meu pai, José Carlos Bastos Palmeira, pelo incentivo, amparo e amor incondicional que sempre nortearam a minha jornada.

Ao meu amado esposo, Dê Ângelo Silva da Cruz, pelo amor incomparável, pelo carinho que aquece, pela lealdade que fortalece, pela dedicação que conforta e pelo apoio emocional inabalável, sou eternamente grata.

Aos meus irmãos, Rita de Cássia Ferreira Palmeira, Rosângela Nazaré Ferreira Palmeira, Rosyane Ferreira Palmeira e José Carlos Bastos Palmeira Júnior, pela união, apoio e exemplo de força e solidariedade que me acompanham desde sempre.

Aos meus sogros, Adevaldo Cruz e Ângela Maria Cruz, e cunhada Adriângela Cruz por toda a ajuda que, indiretamente, permitiram que eu concluísse esta pesquisa.

A minha querida amiga, Nathalie Anne Conceição de Barros e sua mãe Jocilene, pelo incentivo ao longo da seleção deste Programa de Pós-graduação, quando a realização desta pesquisa ainda era um sonho.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, por vivenciar a experiência do Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico.

À FAPEAM pela concessão da bolsa.

À equipe pedagógica da Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima, em especial à gestora, Eliane, por acreditar na proposta da pesquisa, reconhecendo, assim como eu, que a base para a mudança de atitude está na educação ambiental.

À Professora Dr^a Lucilene, pela dedicação, disponibilidade e preciosa orientação que contribuíram para o aprimoramento deste trabalho.

Ao Professor Dr. Luiz Antonio Cândido, cujas sugestões durante a banca de qualificação enriqueceram significativamente esta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques, por acreditar no potencial deste estudo, pelas orientações, pela parceria, por todo apoio, incentivo, inspiração e compreensão durante a minha trajetória.

Aos professores do PPGET, por contribuir em minha formação e saberes que refletem no desenvolvimento da minha pesquisa.

E, por fim, a todos os estudantes que participaram desta pesquisa. Sem vocês, este trabalho não seria possível. Minha eterna gratidão.

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

RESUMO

As Mudanças Climáticas Globais (MCGs) constituem uma realidade cada vez mais presente no cotidiano, evidenciando que o aumento das temperaturas exerce influência direta sobre os padrões climáticos ao longo do tempo. Dada sua relevância contemporânea, é essencial trazer essa discussão para o contexto educacional, integrando-a ao ensino de modo interdisciplinar. Nesse sentido, a escola desempenha um papel fundamental na promoção da consciência ambiental, mediando a construção de conhecimentos científicos por meio de estratégias pedagógicas adequadas. Este estudo teve como objetivo geral investigar o uso de protótipos educacionais como estratégia para compreender as MCGs e as fontes de energia, além de propor alternativas sustentáveis para a preservação ambiental. Os objetivos específicos foram: avaliar a abordagem das MCGs em documentos norteadores e livros didáticos; propor situações reais para reflexão sobre as causas e consequências dos impactos ambientais oriundos das MCGs em níveis global e regional; qualificar a compreensão dos estudantes sobre as MCGs e alternativas sustentáveis a partir da montagem de protótipos; identificar as percepções ambientais dos estudantes a partir da resolução de problemas; e elaborar uma sequência didática como produto educacional da investigação. A pesquisa buscou contribuir para a disseminação do conhecimento científico e o desenvolvimento da consciência ambiental dos estudantes, incentivando a investigação e a reflexão, em sala de aula, sobre os problemas ambientais causados pelas MCGs. A metodologia adotada foi a pesquisa-ação, fundamentada em Tripp (2005), estruturada em três ciclos: planejamento, implementação e avaliação. As atividades permitiram aprofundar a compreensão dos estudantes sobre as causas e consequências das MCGs, além de analisar suas interações com protótipos que simularam cenários sustentáveis e ambientalmente preservados. Para isso, utilizou-se a metodologia de Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP), com o objetivo de prepará-los para a resolução de questões do mundo real. A coleta de dados foi realizada com base em quatro instrumentos: diagnóstico inicial, entrevistas com professores, questões sobre situações-problema e rodas de conversa. O processo avaliativo ocorreu de forma contínua, utilizando rubricas de aprendizagem, socialização dos protótipos educacionais e desenhos (croquis) que simularam cidades sustentáveis. Esse percurso metodológico deu origem ao produto educacional “Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégia para Preservação Ambiental”, materializado em uma sequência didática apresentada na forma de uma cartilha composta por três seções. Os resultados demonstraram que os protótipos educacionais foram uma estratégia eficaz para a compreensão das MCGs, reproduzindo cenários naturais e modificados, além de

promoverem o desenvolvimento do pensamento crítico em relação aos problemas ambientais provocados pela ação humana. Ademais, incentivaram a investigação e reflexão em sala de aula sobre causas, consequências e soluções possíveis para mitigar as MCGs, destacando a importância de ações voltadas à preservação ambiental.

Palavras-chave: Mudanças Climáticas Globais; Fontes de Energia; Protótipos Educacionais; Ensino; Preservação Ambiental.

ABSTRACT

Global Climate Change (GCC) is an increasingly present reality in our daily lives, showing that rising temperatures have a direct influence on climate patterns over time. Given its contemporary relevance, it is essential to bring this discussion into the educational context, integrating it into teaching in an interdisciplinary manner. In this sense, schools play a fundamental role in promoting environmental awareness, mediating the construction of scientific knowledge through appropriate pedagogical strategies. The general objective of this study was to investigate the use of educational prototypes as a strategy to understand GCC and energy sources, in addition to proposing sustainable alternatives for environmental preservation. The specific objectives were: to evaluate the approach to GCC in guiding documents and textbooks; to propose real situations for reflection on the causes and consequences of environmental impacts arising from GCC at global and regional levels; to qualify students' understanding of GCC and sustainable alternatives based on the assembly of prototypes; to identify students' environmental perceptions based on problem-solving; and to develop a didactic sequence as an educational product of the investigation. The research sought to contribute to the dissemination of scientific knowledge and the development of students' environmental awareness, encouraging investigation and reflection in the classroom on the environmental problems caused by GCMs. The methodology adopted was action research, based on Tripp (2005), structured in three cycles: planning, implementation and evaluation. The activities allowed students to deepen their understanding of the causes and consequences of GCMs, in addition to analyzing their interactions with prototypes that simulated sustainable and environmentally preserved scenarios. To this end, the Problem-Based Learning (PBL) methodology was used, with the objective of preparing them to solve real-world issues. Data collection was carried out based on four instruments: initial diagnosis, interviews with teachers, questions about problem situations and discussion groups. The evaluation process was continuous, using learning rubrics, socialization of educational prototypes and drawings (sketches) that simulated sustainable cities. This methodological approach gave rise to the educational product "Mitigating Global Climate Change: A Strategy for Environmental Preservation," embodied in a didactic sequence presented in the form of a booklet composed of three sections. The results demonstrated that the educational prototypes were an effective strategy for understanding GCCs, reproducing natural and modified scenarios, in addition to promoting the development of critical thinking in relation to environmental problems caused by human action. Furthermore, they encouraged investigation

and reflection in the classroom on causes, consequences and possible solutions to mitigate GCCs, highlighting the importance of actions aimed at environmental preservation.

Keywords: Global Climate Change; Energy Sources; Educational Prototypes; Teaching; Environmental Preservation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).	28
Figura 2. Dinâmica de desenvolvimento do tema em sala de aula.	42
Figura 3. Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima.	47
Figura 4. Documentos obrigatórios para submissão ao Comitê de Ética.	49
Figura 5. Entrega do TCLE e TALE.	50
Figura 6. Fases da Pesquisa-ação (Tripp, 2005).	54
Figura 7. Aplicação do questionário diagnóstico com os estudantes.	55
Figura 8. Planejamento da sequência didática.	60
Figura 9. Ciclo de aprendizagem da ABP (adaptado de Hmelo-Silver, 2004).	62
Figura 10. Seção 1 da Sequência Didática.	66
Figura 11. Diferença entre Tempo e Clima.	67
Figura 12. Aula expositiva dialogada.	68
Figura 13. Momento de conversa sobre os temas.	68
Figura 14. Seção 2 da Sequência Didática.	69
Figura 15. Material de apoio para aula dialogada.	70
Figura 16. Uso de recurso midiático (vídeos).	71
Figura 17. Material elaborado para explanação sobre os gases que afetam os ciclos biogeoquímicos.	72
Figura 18. Material audiovisual sobre ações preventivas e alternativas sustentáveis.	74
Figura 19. Material audiovisual sobre os ODS.	75
Figura 20. Seção 3 da Sequência Didática.	76
Figura 21. Plano da aula criativa da aula criativa.	77
Figura 22. Modelos para construção dos protótipos.	78
Figura 23. Desenvolvimento da Aula criativa.	79
Figura 24. Momento de criação dos protótipos.	79
Figura 25. Ciclo de aprendizagem da ABP (adaptado de Hmelo-Silver, 2004).	80
Figura 26. Primeiro momento do percurso da ABP.	81
Figura 27. Segundo momento do percurso da ABP.	81
Figura 28. Segundo momento do percurso da ABP.	82
Figura 29. Terceiro momento do percurso da ABP.	82
Figura 30. Terceiro momento do percurso da ABP.	83
Figura 31. Montagem do cenário sustentável.	86

Figura 32. Explicação dos impactos vistos nos protótipos.	86
Figura 33. Elaboração de desenhos sobre cidades sustentáveis.	89
Figura 34. Socialização de desenhos (Cidades sustentáveis).	89
Figura 35. Estudantes participantes.	90
Figura 36. Roda de conversa.	92
Figura 37. Construção de conhecimentos/respostas a partir da roda de conversa.....	93
Figura 38. Aplicação do questionário de verificação da aprendizagem da sequência didática.	94
Figura 39. Percepção dos estudantes em relação ao clima.	96
Figura 40. Posicionamento dos estudantes em relação a discussão das MCGs.	97
Figura 41. Respostas dos estudantes sobre atitudes individuais que evitam as MCGs.	98
Figura 42. Respostas dos estudantes em relação as causas das MCGs.	99
Figura 43. Respostas sobre principais alternativas que indicam as causas das MCGs.	100
Figura 44. Respostas sobre principais alternativas que indicam as consequências das MCGs.	101
Figura 45. Percepção dos estudantes sobre a relação da MCGs com a Amazônia.....	104
Figura 46. Indicações dos estudantes sobre fontes de energia renovável.....	106
Figura 47. Indicações dos estudantes sobre fontes de energia não renovável.	107
Figura 48. Estudo do tema nos componentes curriculares.	109
Figura 49. Resultados Esperados na Seção 1 e Tarefa de avaliação.	113
Figura 50. Resultados Esperados na Seção 2 e Tarefa de avaliação.	117
Figura 51. Resultados Esperados na Seção 3 e Tarefa de avaliação.	122
Figura 52. Protótipos produzidos pelos estudantes.	122
Figura 53. Participação dos estudantes na Roda de Conversa.....	137
Figura 54. Estudantes participantes da sequência didática.....	140
Figura 55. Capa do Produto Educacional.	145
Figura 56. Participantes da pesquisa na avaliação da Sequência Didática.	146
Figura 57. Questionário de avaliação da sequência didática.	147

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Temáticas das ODS na Agenda 2030.	28
Quadro 2. Conferência das Partes ao longo dos anos.	29
Quadro 3. Rubricas de aprendizagem.	64
Quadro 4. Perguntas Start.	83
Quadro 5. Interações físico, químico e biológico dos protótipos educacionais.	87
Quadro 6. Resultado da rubrica com critério “Entendimento do Tema: Tempo e Clima”.....	114
Quadro 7. Resultado da rubrica com critério “Entendimento do Tema: MCGs e alternativas sustentáveis”.	118
Quadro 8. Resultado da rubrica com critério “Colaboração e Participação”.	123
Quadro 9. Resultado da rubrica com critério “Análise crítica das questões”.	129
Quadro 10. Resultado da rubrica da turma 1 com critério “Proposta e Soluções”.	132
Quadro 11. Resultado da rubrica da turma 2 com critério “Proposta e Soluções”.	135

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	17
REFERENCIAL TEÓRICO.....	23
1. 1. Mudanças Climáticas Globais (MCGs) e a Amazônia	23
1. 2. O Cenário dos eventos científicos sobre MCGs	26
1. 3. Matrizes energéticas: Uma avaliação necessária	33
1. 4. Sustentabilidade e correntes ambientalistas.....	36
1. 5. O Ensino e as MCGs	38
1. 6. Estratégias de aprendizagem no contexto da MCGs.....	43
PERCURSO METODOLÓGICO	47
2. 1. Local da Pesquisa.....	47
2. 2. Sujeito da pesquisa.....	49
2. 3. Tipo de pesquisa.....	51
2. 4. Instrumento de Coleta de Dados.....	52
2. 5. Procedimentos.....	53
2. 5. 1. Diagnóstico	54
2. 5. 2. Planejamento da Sequência didática aplicada com Estudantes	57
2. 5. 4. Avaliação.....	91
2. 5. 5. Análise dos dados.....	93
2. 5. 6. Verificação da Aprendizagem	94
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	95
3. 1. Diagnóstico	95
3. 1. 1. Interpretação e representação de dados dos conhecimentos prévios sobre MCGs e Alternativas Sustentáveis	95
3. 1. 2. Interpretação dos conhecimentos prévios sobre MCGs e Fontes de energia a partir de questões subjetivas	108
3. 2. Intervenção.....	112
3. 3. Avaliação Final	136
3. 3. 1. Uso dos Protótipos Educacionais	141
PRODUTO EDUCACIONAL E VALIDAÇÃO	142
4. 1. Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégia para Preservação Ambiental.....	143
4. 2. Avaliação da Sequência Didática	145
CONSIDERAÇÕES FINAIS	148
REFERÊNCIAS	151

APÊNDICES	163
ANEXOS	184

INTRODUÇÃO

O clima tem sofrido grandes alterações, caracterizando as Mudanças Climáticas Globais (MCGs). As variações de temperatura e de outros elementos climáticos têm sido frequentemente destaque nas notícias, refletindo a complexidade e a incerteza que envolvem essas mudanças. Elas resultam da interação entre o sistema climático, os processos ambientais e o sistema humano, afetando todos os níveis, desde o local até o global, e abrangendo diferentes períodos, do passado ao presente e projetando-se no futuro. Essas mudanças podem ocorrer naturalmente ao longo do tempo, como resultado de fatores como variações no ciclo solar, que envolvem mudanças na atividade solar, influenciando a quantidade de radiação que a Terra recebe. Um exemplo disso é o *Ciclo de Schwabe*, que dura cerca de 11 anos e causa flutuações na quantidade de manchas solares, afetando ligeiramente o clima terrestre. Além disso, fenômenos como as erupções vulcânicas também são eventos naturais que podem ter um impacto significativo no clima. Quando vulcões entram em erupção, eles liberam grandes quantidades de dióxido de enxofre e cinzas na atmosfera, que podem refletir a luz solar e resfriar temporariamente o planeta.

No entanto, desde o início da Revolução Industrial, por volta de 1800, as atividades humanas passaram a ser o principal fator de mudanças climáticas. A queima intensiva de combustíveis fósseis, como carvão, petróleo e gás, para gerar energia e impulsionar a indústria, tem liberado grandes quantidades de gases de efeito estufa, como o dióxido de carbono, na atmosfera. Esses gases retêm calor, levando ao aquecimento global e às mudanças climáticas que estamos experimentando hoje (ONU, 2021).

Atualmente, há sinais de alerta em relação às mudanças climáticas, pois os fenômenos estão ocorrendo a uma velocidade muito maior do que os pesquisadores inicialmente previam. Esses sinais alarmantes indicam que o ritmo das alterações climáticas é mais acelerado e severo, desafiando as projeções anteriores sobre o impacto das atividades humanas.

De acordo com o Relatório Síntese "*Mudança Climática 2023*" do Painel Intergovernamental sobre MCGs (IPCC, 2023), "As atividades humanas, principalmente por meio das emissões de gases de efeito estufa, têm inequivocamente causado o aquecimento global. A temperatura média global da superfície atingiu 1,1°C a mais, entre 2011 e 2020, em comparação com o período de 1850-1900." Essa elevação na temperatura global reflete diretamente as práticas insustentáveis e as mudanças comportamentais que vêm ocorrendo ao longo do tempo.

As emissões de gases de efeito estufa continuam a aumentar de forma preocupante, gerando um ciclo vicioso de degradação ambiental. O IPCC destaca que as contribuições históricas e atuais para esse problema são desiguais, variando entre diferentes regiões, países e até mesmo entre indivíduos. As causas fundamentais desse processo incluem o uso intensivo de energia, as mudanças no uso da terra e os estilos de vida associados a padrões de consumo e produção que, em grande parte, não são sustentáveis.

Esses fatores contribuem para a intensificação das MCGs, afetando de maneira desigual os ecossistemas e as populações ao redor do mundo. A crescente disparidade entre os diferentes contextos geográficos e socioeconômicos acentua as vulnerabilidades locais, ampliando a urgência de ações globais mais efetivas. Com isso, diversos problemas vêm surgindo, e, a cada fração de grau no aquecimento global, os impactos das mudanças climáticas se tornam mais intensos, sendo consideradas como um dos principais desafios mundiais do século XXI.

De acordo com a ONU (2023), é possível observar que os impactos das mudanças climáticas estão acentuando as vulnerabilidades das populações mais pobres, especialmente no continente africano. O Relatório Anual das Nações Unidas de 2023 sublinha que as crises ambientais, incluindo a mudança climática, a perda de biodiversidade e a poluição, têm um impacto desproporcional sobre as populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica. Tais crises, somadas aos efeitos de eventos globais como a pandemia de COVID-19, o conflito na Ucrânia e a inflação mundial de alimentos e energia, resultaram em um retrocesso nos esforços globais para alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), agravando as condições de vida em várias regiões, especialmente na África.

Além disso, o Programa Mundial de Alimentos (PMA) alerta que a insegurança alimentar extrema tem se intensificado devido aos efeitos adversos das mudanças climáticas. De acordo com a entidade, eventos climáticos extremos, os conflitos em várias partes do mundo e a escassez de recursos humanitários estão impulsionando o aumento da fome, afetando cerca de 22 países, incluindo Sudão, Sudão do Sul, Mali e Palestina. A escassez de alimentos e a degradação das condições agrícolas associadas a essas mudanças climáticas representam uma ameaça significativa à segurança alimentar das populações em risco (PMA, 2024).

No contexto da Floresta Amazônica, a maior floresta tropical do mundo, com uma área de aproximadamente 6,7 milhões de km², essa questão ganha uma dimensão crítica. A floresta tem um papel essencial na redução do "efeito estufa" por sua capacidade de armazenar carbono através da produção de biomassa. Estudo recente de Covey *et al.* (2021)

destaca que o desmatamento e a perda de florestas não só reduzem o estoque de carbono, mas também intensificam o impacto de outros agentes de mudança climática, como gases do efeito estufa (metano e óxido nitroso) e aerossóis. Segundo o IPCC (2019), se o desmatamento atingir 40% da Amazônia, o ponto irreversível será alcançado, comprometendo tanto o controle do aquecimento global quanto a própria sobrevivência da floresta.

Os impactos ambientais dessa degradação incluem alterações nos padrões de precipitação, aumento das temperaturas e consequências diretas para a biodiversidade, agricultura, disponibilidade de água e saúde humana (WWF BRASIL, 2022). Em 2022, o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) reportou um desmatamento de 199 km² na região, destacando que 30% a 60% da floresta correm risco de conversão em savanas secas, como o Cerrado. Esse cenário potencializa a emissão de gases de efeito estufa, agravando a crise climática.

De acordo com a 28ª Conferência das Partes (COP28) da Convenção-Quadro das Nações Unidas, o Pnuma enfatiza a necessidade de ações urgentes para limitar o aquecimento global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais, conforme estabelecido no Acordo de Paris (ONU, 2023).

As pesquisas sobre as MCGs abrangem não apenas o aumento da temperatura global, mas também questões como segurança alimentar, impactos de desastres naturais e preservação das florestas. De acordo com o IPCC (2022), a continuidade das tendências atuais resultará em um aumento de 14% nas emissões globais até o final da década, agravando as consequências climáticas e ambientais. Assim, investigar alternativas sustentáveis promove a educação científica e ambiental, permitindo um equilíbrio entre o uso dos recursos naturais e o desenvolvimento socioeconômico. Rocha (2022, p. 10) aponta que, diante da crise climática, estabelecer uma sociedade sustentável “não é mais uma escolha, mas uma necessidade”.

Diante da grande importância do assunto, convém trazer a discussão do tema para o âmbito educacional, no qual a escola provê a consciência ambiental, tendo em vista os saberes transmitidos por ela dada a importância de estratégias que facilitem o processo de construção de conhecimentos científicos. Segundo Silva (2011), os seres humanos precisam reaprender o objetivo da existência na Terra para poderem enxergar e entender que a teia da vida é um intrincado movimento de aprendizagem que vem ocorrendo há bilhões de anos.

Embora os estudos sobre as MCGs sejam contemplados nos livros didáticos, assim como os conteúdos relacionados à sustentabilidade, é essencial implementar práticas pedagógicas mais imersivas, que promovam a identificação de cenários sustentáveis e a

proposição de soluções, incluindo o uso de protótipos educacionais¹. Nesse sentido, a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), por meio da habilidade EF07CI13, destaca a necessidade de:

Descrever o mecanismo natural do efeito estufa, seu papel fundamental para o desenvolvimento da vida na Terra, discutir as ações humanas responsáveis pelo seu aumento artificial (queima dos combustíveis fósseis, desmatamento, queimadas etc.) e selecionar e implementar propostas para a reversão ou controle desse quadro. (BRASIL, 2018, p. 347).

Nesse contexto, a Educação Ambiental (EA) assume um papel indispensável no fomento de valores socioculturais voltados à transformação sustentável. Mininni-Medina (2002) destaca que a EA promove uma perspectiva crítica e emancipatória, contribuindo significativamente para o enfrentamento de riscos socioambientais de caráter global e estrutural. Essa abordagem visa superar visões antropocêntricas e consumistas, direcionando-se para a redução da pobreza extrema e a promoção da justiça social.

A relevância desta pesquisa justificou-se na necessidade de engajar e educar estudantes da Educação Básica para aprofundar seus conhecimentos sobre questões ambientais, utilizando os conteúdos dos livros didáticos e aprimorando seu conhecimento por meio da aprendizagem com protótipos educacionais. Esses protótipos educacionais foram empregados em atividades didáticas voltadas à conceituação, identificação de cenários sustentáveis e não sustentáveis, serviços ambientais e possíveis soluções para a preservação do meio ambiente.

Dessa forma, a estratégia adotada neste projeto de pesquisa propiciou que o estudante fosse sujeito consciente e atuante, buscando soluções para diminuir os impactos ambientais sobre o ambiente e oportuniza que o docente também dinamize suas aulas e amplie os instrumentos para o ensino. Conforme afirma Carvalho (2006), o processo educativo constitui um instrumento de transformação social que promove uma compreensão mais aprofundada das temáticas ambientais.

Com isso, é fundamental integrar às escolas da Educação Básica metodologias que capacitem os estudantes a compreenderem as causas e consequências das MCGs, bem como a identificar alternativas sustentáveis que minimizem seus impactos. Freitas, Marques e Souza (2020, p. 4) reforçaram essa necessidade ao afirmarem:

¹ Protótipos educacionais são cenários simuladores que representam situações reais, oferecendo aos estudantes a oportunidade de experimentar contextos práticos e complexos. Esses protótipos facilitam a aplicação de conceitos teóricos por meio da resolução de problemas, promovendo uma aprendizagem ativa, reflexiva e significativa, essencial para o desenvolvimento de habilidades cognitivas e sociais dos estudantes.

Diante disto, percebemos o quanto é emergente discutir nos ensinos básico e superior as MCGs, pois os impactos sofridos por tais mudanças refletem na sociedade como um todo e muitas vezes não nos damos conta que somos responsáveis por contribuir com as modificações que nosso planeta vem sofrendo e que são necessárias além das mudanças comportamentais, intervenções políticas comprometidas com a sociedade para a solução dos problemas ambientais. (FREITAS, MARQUES E SOUZA, 2020).

Apesar de existirem há algum tempo, os recursos e estratégias didáticas voltados para o ensino de questões ambientais têm sido pouco explorados em sala de aula. É essencial intensificar o uso desses recursos, especialmente no desenvolvimento de protótipos educacionais que simulam problemas reais. Esses protótipos são bastante eficientes na aplicação da aprendizagem baseada em problemas (ABP), pois permitem que os estudantes se envolvam de maneira prática e reflexiva com as questões ambientais. Isso não só facilita a compreensão dos desafios contemporâneos, mas também promove o desenvolvimento de uma consciência crítica e cidadã.

Alicerçado nos motivos expostas acima e para melhor subsidiar a pesquisa, delineou-se o seguinte problema de pesquisa: em quais aspectos o uso de protótipos educacionais contextualizados aos problemas ocasionados pelas MCGs podem auxiliar no processo de aprendizagem dos estudantes e na compreensão de alternativas sustentáveis que minimizem esses efeitos negativos?

Frente à extrema importância da contribuição da educação para a mitigação das MCGs, sobretudo, no aspecto ambiental foram estabelecidas questões para nortear as investigações: os documentos norteadores e livros didáticos são adequados e atualizados na abordagem sobre MCGs e alternativas sustentáveis? De que forma é possível inserir os estudantes como sujeitos das ações sobre as MCGs e o uso de energias renováveis de forma prática baseado nas suas causas e consequências? bem como reconhecer suas percepções?

A partir desses questionamentos, torna-se imprescindível desenvolver uma sequência didática imersiva, com o intuito de aprofundar os conhecimentos de professores e estudantes e, sobretudo, promover mudanças de hábitos mais sustentáveis de forma efetiva. O presente estudo teve como objetivo geral investigar o uso de protótipos educacionais como estratégia para a compreensão das MCGs e das fontes de energia renováveis e não renováveis, com foco na preservação ambiental.

Os objetivos específicos foram: 1) Avaliar a forma de abordagem sobre MCGs e fontes de energia nos documentos norteadores e livro didático; 2) Propor situações reais para reflexão das causas e consequências dos impactos ambientais oriundos das MCGs e de fontes de energia não renováveis a nível global e regional; 3) Qualificar a compreensão dos

estudantes sobre as MCGs e alternativas sustentáveis, a partir da montagem de protótipos educacionais; 4) Identificar as percepções ambientais dos estudantes, a partir da resolução de problemas; 5) Elaborar uma sequência didática como produto educacional da investigação.

No capítulo seguinte, será apresentado o embasamento teórico, fundamentado em autores que discutem as mudanças climáticas em níveis regional e global, bem como no ensino e em áreas correlatas.

REFERENCIAL TEÓRICO

Este referencial teórico apresenta os fundamentos que orientam o desenvolvimento da pesquisa. Inicialmente, discutimos as MCGs e a Amazônia, explorando suas causas, consequências e os eventos que evidenciam o aumento das preocupações em torno desse fenômeno. Em seguida, o foco se volta para a inserção desse tema no contexto educacional, abordando os documentos norteadores e as estratégias de ensino e aprendizagem voltadas para a compreensão das MCGs e fontes de energia.

1. 1. Mudanças Climáticas Globais (MCGs) e a Amazônia

O efeito estufa é um fenômeno natural essencial para a manutenção de temperaturas adequadas à vida na Terra. Contudo, nas últimas décadas, a atividade humana tem intensificado esse processo, aumentando significativamente a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) e a Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2023), fatores como a queima de combustíveis fósseis, desmatamento e atividades agrícolas são os principais responsáveis por esse crescimento. Essas emissões aceleram o aquecimento global, causando alterações climáticas que afetam ecossistemas e populações de maneira preocupante.

Esse aquecimento exacerbado tem causado o derretimento de geleiras polares e a elevação do nível médio dos oceanos. Como consequência, muitas cidades costeiras podem desaparecer, e o clima global tende a sofrer alterações drásticas, fenômeno conhecido como Mudanças Climáticas. Ao observarmos o vídeo "Mudanças Climáticas: Geleiras Andinas e os Rios da Amazônia", o pesquisador Luiz Antonio Oliveira destacou que:

Um estudo realizado por uma equipe de pesquisadores gaúchos (Rocha e colaboradores) publicado em 2019 mostrou que as águas vindas das geleiras andinas tropicais da Bolívia e Peru são importantes para a hidrologia da Bacia do rio Madeira, principalmente no período de maio a outubro. O processo sazonal de elevação (cheias) e redução (vazantes) do nível dos rios amazônicos é importante para as florestas úmidas (alagáveis) e para a migração e reprodução de muitas espécies de peixes e outros animais. Presume-se que mudanças profundas possam ocorrer se esses degelos provocados pelas mudanças climáticas não forem interrompidos, podendo afetar os estoques pesqueiros e a manutenção desses ecossistemas alagáveis. Reduções do estoque pesqueiro podem significar menos peixe na alimentação da população regional com todas as suas consequências na sua segurança alimentar. (SABERES, 2023).

As alterações climáticas globais, conhecidas como mudanças climáticas, são causadas pelo acúmulo de seis tipos de gases. Os três principais são o dióxido de carbono

(CO₂) e o óxido nitroso (N₂O), liberados pela queima de combustíveis fósseis, e o metano (CH₄), resultante da decomposição de matéria orgânica e da digestão de alguns animais. Esses gases de efeito estufa (GEE) estão sendo liberados em quantidades excessivas, gerando impactos como a redução na produção de alimentos e o aumento do nível do mar.

O Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia (IPAM, 2024) afirma: “O Brasil é o sexto maior emissor de gases de efeito estufa (GEE) do mundo, contribuindo com 3% das emissões globais, ficando atrás de países como China e Estados Unidos. Em 2022, o uso da terra foi responsável por quase metade das emissões nacionais, com 97% decorrentes do desmatamento. Só na Amazônia, o desmatamento emitiu 837 milhões de toneladas de CO₂”.

Entre as décadas de 1920 e 1940, os primeiros sinais de alerta sobre o aumento da temperatura média global surgiram. Dados históricos indicam uma tendência contínua de aquecimento, como confirmado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2021). Inicialmente, esse aquecimento pode ter sido influenciado por fatores naturais, como variações na radiação solar e mudanças no albedo terrestre.

O aquecimento global ocorre quando a radiação solar atinge a superfície da Terra, que emite calor. Parte desse calor é irradiada de volta ao espaço, mas outra parte é retida por gases na atmosfera, intensificando o efeito estufa e aumentando a temperatura global (NASA, 2024). Os autores Veissid e Pereira corroboram essa análise ao afirmar que:

Cerca de 30% da energia radiante do Sol que incide sobre a Terra é refletida de volta ao espaço. Essa fração refletida é denominada de albedo planetário. A variação temporal do albedo planetário da Terra é importante na monitoração das mudanças climáticas globais visto que o balanço energético global entre o fluxo de radiação solar incidente no topo da atmosfera e o que é devolvido ao espaço externo controla, em última instância, a temperatura média da atmosfera. (VEISSID e PEREIRA, 2000, p. 26)

No entanto, as emissões de gases de efeito estufa (GEE) decorrentes de atividades humanas são o principal fator responsável pelas mudanças climáticas. Ano após ano, observa-se o agravamento do aquecimento global como reflexo direto dos impactos ambientais causados por essas emissões. Para organizações científicas e políticas como o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), a redução dessas emissões é urgente e necessária para mitigar os efeitos catastróficos das mudanças climáticas.

As mudanças climáticas induzidas pelo ser humano estão causando perturbações perigosas e generalizadas na natureza e afetando a vida de bilhões de pessoas em todo o mundo, apesar dos esforços para reduzir os riscos. Pessoas e ecossistemas menos capazes de lidar com isso estão sendo os mais atingidos, afirmaram cientistas

no último relatório do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2022).

A Amazônia, o maior bioma do Brasil, ocupa cerca de metade do território nacional, abrangendo os estados do Amazonas, Pará, Acre, Roraima, Rondônia, Amapá e Tocantins, além de áreas do Maranhão, Mato Grosso e Goiás. É nesse bioma que se encontra a Floresta Amazônica, considerada a maior floresta tropical do mundo. Este ambiente é caracterizado por um clima equatorial úmido, com precipitação média anual que varia entre 2.000 e 3.000 mm, além de temperaturas elevadas e estáveis ao longo do ano, com médias em torno de 26 °C (GREENPEACE, 2024).

A relevância da Amazônia estende-se além das fronteiras nacionais, destacando seu papel como um regulador climático global. De acordo com Marques e Freitas (2017), o desmatamento e as queimadas contribuem significativamente para a emissão de gases de efeito estufa, intensificando o aquecimento global. Esses processos não apenas aumentam a ocorrência de fenômenos climáticos extremos, como também alteram o ciclo biogeoquímico, desestabilizando o equilíbrio ambiental em escala regional e global.

Além disso, Lovejoy e Nobre (2019) apontam que o desmatamento contínuo aproxima a floresta de um ponto de inflexão, em que áreas florestais vastas poderiam ser substituídas por ecossistemas semelhantes a savanas. Essa transformação comprometeria severamente os serviços ecossistêmicos essenciais fornecidos pela Amazônia, como o sequestro de carbono e a manutenção do ciclo hidrológico. Portanto, torna-se imprescindível a implementação de políticas de preservação que equilibrem desenvolvimento sustentável e proteção ambiental.

Na pesquisa intitulada "Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal", Correia *et al.* (2007) informaram que “os efeitos do desmatamento da Amazônia sobre o clima regional têm sido avaliados por meio de estudos observacionais e de modelagem [...]”. Segundo o estudo, “os experimentos observacionais mostram redução da absorção de radiação solar à superfície (pastagens refletem mais radiação do que a floresta) e redução da evapotranspiração e da umidade do ar nas pastagens em comparação com a floresta, mas não são conclusivos quanto a modificações na precipitação”.

As queimadas podem ter origem natural ou serem provocadas pelo ser humano. Neste último caso, configuram uma prática ilegal. Esse é o pior cenário, pois a intensificação do desmatamento na Amazônia provoca distúrbios no ecossistema, aumentando a incidência de queimadas, muitas das quais destinadas à expansão de pastagens. Como resultado, o carbono é liberado para a atmosfera na forma de dióxido de carbono e metano, o que contribui

ainda mais para o aquecimento global. As florestas amazônicas desempenham um papel fundamental na mitigação do aquecimento global, devido ao grande estoque de carbono presente na biomassa e no solo (FEARNSIDE, 2009).

Em entrevista à *National Geographic*, Gatti (2021) afirmou: “Na prática, estamos fazendo a Amazônia perder sua capacidade de remover carbono da atmosfera. Isso gera uma série de efeitos em cadeia, ou seja, o desmatamento, em um primeiro momento, lança carbono na atmosfera. Além disso, estressa o clima, o que aumenta a mortalidade das árvores, resultando em emissões muito maiores do que remoções. Estamos, portanto, acelerando as mudanças climáticas, porque, ao mesmo tempo em que lançamos carbono na atmosfera, reduzimos a chuva e aumentamos a temperatura, o que contribui para a liberação de ainda mais CO₂. Trata-se de um ciclo negativo”.

Quando conservadas, as florestas atuam como soluções naturais para conter a crise climática e a perda de biodiversidade. No entanto, quando desmatadas, desempenham o efeito inverso, liberando grandes quantidades de gases de efeito estufa que antes estavam armazenados e comprometendo o habitat de inúmeras espécies. Dessa forma, é imprescindível preservar a integridade e a resiliência de florestas como a Amazônia, reforçando a importância desse bioma para a estabilidade climática e ecológica global (GREENPEACE BRASIL, 2024).

A Amazônia enfrenta atualmente uma ameaça crescente, com o desmatamento e as mudanças climáticas avançando em ritmo acelerado, o que pode levar à destruição massiva do bioma. Para evitar um colapso, é necessária uma responsabilidade compartilhada entre os órgãos governamentais e a sociedade para fortalecer a fiscalização e adotar medidas efetivas de redução das emissões de gases de efeito estufa (GEE). De acordo com Nobre e Borma (2009), o desmatamento da floresta amazônica não apenas agrava as emissões de GEE, mas também acelera a perda de biodiversidade e compromete serviços ambientais críticos, como o armazenamento de carbono e a regulação do ciclo hidrológico.

Diante disso, a magnitude das consequências das ações humanas negativas intensifica eventos e debates científicos que alertam sobre os desafios contemporâneos da humanidade, propondo intervenções que reduzam as emissões de gases poluentes na atmosfera.

1. 2. O Cenário dos eventos científicos sobre MCGs

Com a crise ambiental, muitos debates começaram a despertar uma preocupação pública. Diversos países e líderes de organizações ambientais adotaram propostas

internacionais que visam minimizar as emissões de gases poluentes na atmosfera, considerando a reversão ou redução dos impactos ambientais. Por outro lado, reduzir as emissões de gases de efeito estufa frequentemente implica uma desaceleração das atividades econômicas, o que representa um desafio significativo para a implementação de políticas ambientais." (SILVA, 2022, p. 45).

Entre os eventos que levantam a discussão com foco nas MCGs, destaca-se a Conferência da ONU, a maior e mais importante conferência climática do planeta. No Brasil, em 1992, ocorreu no Rio de Janeiro a ECO-92, um dos maiores eventos diplomáticos, onde representantes de organizações não governamentais (ONGs), Estados, agências especializadas e organizações intergovernamentais de 187 países participaram das conferências. Durante a ECO-92, as ações brasileiras envolvendo questões sobre MCGs tornaram-se muito mais ativas no plano internacional, especialmente no que diz respeito ao desenvolvimento sustentável (GUEDES, 2021).

A Conferência das Partes (COP) – o órgão supremo da Convenção – reúne anualmente, desde 1995, quase todos os países do planeta em cúpulas globais do clima. Entre os eventos que fortaleceram o tratado da UNFCCC, destaca-se o Protocolo de Quioto, negociado e adotado em 1997, e que entrou em vigor em 2005. Este tratado internacional estabeleceu metas para que os países signatários reduzissem as emissões de gases do efeito estufa até 2012, com o objetivo de minimizar o impacto das MCGs. Quando os países atingem suas metas, podem receber certificações denominadas Reduções Certificadas de Emissões (RCEs).

Outro tratado importante é o Acordo de Paris, estabelecido em 2015, que rege as medidas para a redução das emissões de gases de efeito estufa. Sua principal finalidade é minimizar os efeitos do aquecimento global, buscando evitar que a temperatura média do planeta aumente em mais de 2°C até 2100. Para isso, os países participantes do acordo estabeleceram metas próprias para a redução das emissões, chamadas Contribuições Nacionalmente Determinadas (NDCs).

Neste ano, o grupo de trabalho aberto estruturou os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), como mostrado na Figura 1, e os submeteu à Assembleia Geral da ONU, transformando-os na Agenda 2030. Esta agenda contém 169 metas, distribuídas entre os 17 ODS, a serem atingidas até 2030.

Figura 1. Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Fonte: Agenda 2030.

As propostas temáticas dos ODS são divididas em 3 eixos: social, ambiental e econômica, de acordo com Quadro 1, detalhado abaixo.

Quadro 1. Temáticas das ODS na Agenda 2030.

Eixo	ODS
Social Envolve as necessidades do ser humano e seus direitos básicos de educação de qualidade, saúde acessível e melhoria da qualidade de vida de maneira geral.	1. Erradicação da pobreza; 2. Fome zero e agricultura sustentável; 3. Saúde e bem-estar; 4. Educação de qualidade; 5. Igualdade de gênero; 10. Redução das desigualdades.
Ambiental Corresponde a conservação e preservação do meio ambiente, propondo iniciativas como proteção de florestas e da biodiversidade existente, tanto terrestre quanto aquática, uso sustentável dos recursos naturais, e adoção de medidas contra mudanças climáticas.	6. Água potável e saneamento; 7. Energia acessível e limpa; 9. Indústria, inovação e infraestrutura; 11. Cidades e comunidades sustentáveis; 12. Consumo e produção responsáveis; 13. Ação contra a mudança global do clima; 14. Vida na água; 15. Vida terrestre;
Econômica	8. Trabalho decente e crescimento econômico;

Vinculada a ações sobre crescimento econômico, emprego digno para todos, comunidades sustentáveis e consumo e produção conscientes.	16. Paz, justiça e instituições eficazes; 17. Parcerias e meios de implementação.
---	--

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Conforme estabelecido pela Agenda 2030, o ODS 13 visa adotar medidas urgentes para combater as mudanças climáticas e seus impactos. Este objetivo inclui diversas metas específicas, que abrangem desde ações em resposta a desastres naturais e educação ambiental até o incentivo a políticas governamentais voltadas para investimentos financeiros e planejamento eficaz na gestão das MCGs.

O ODS 13 é de grande relevância no cenário atual, uma vez que “esses impactos são tão avassaladores que nenhum dos demais Objetivos de Desenvolvimento Sustentável poderá ser alcançado se o ODS 13 não for” (JACOBI *et al.*, 2019, p. 87).

As implicações das MCGs no ambiente têm se tornado cada vez mais significativas ao longo dos anos, estimulando discussões contínuas sobre a necessidade de ações em prol do meio ambiente, debatidas anualmente durante as Conferências das Partes.

Vejamos uma ordem cronológica das COPs, detalhadas no Quadro 2:

Quadro 2. Conferência das Partes ao longo dos anos.

Conferência das partes, local e ano	Objetivo
COP 1 – Berlim, Alemanha (1995)	Com representantes de 117 países foi estabelecido o Mandato de Berlim que trouxe diferentes obrigações para os grupos de países.
COP 2 – Genebra, Suíça (1996)	Com mais de 1500 participantes entre Estados-parte, organizações intergovernamentais e ONGs internacionais, a Declaração de Genebra reiterou a importância de acordos vinculativos que reforcem as responsabilidades dos Estados-parte na diminuição de concentração de GEE. Contudo, nenhum acordo do gênero foi criado. Também foi a primeira vez que os Estados Unidos apoiaram a criação de mecanismos vinculativos para fortalecer o Mandato de Berlim.
COP 3 – Kyoto, Japão (1997)	O principal objetivo da COP 3 era estabelecer um acordo vinculativo entre os países industrializados para a redução da emissão de GEE.
COP 4 – Buenos Aires, Argentina (1998)	Com mais de 5000 participantes, a COP4 adotou o Plano de Ação de Buenos Aires, por meio dele os Estados-parte se prepararam para a implementação do Protocolo de Kyoto. Na ocasião, foram discutidos também mecanismos do Protocolo e questões de financiamento, desenvolvimento e transferência de tecnologia, entre outros.

COP 5 – Bonn, Alemanha (1999)	Na COP5, além de discutirem o Plano de Ação de Buenos Aires e o Protocolo de Kyoto, os Estados-parte também discutiram sobre as alterações do uso humano nas terras e nas florestas (LULUCF 14).
COP 6 – Haia, Holanda (2000)	Com a primeira parte em Haia, Holanda, e a segunda parte em Bonn, Alemanha, os Estados-parte concordaram na aplicação dos três mecanismos do Protocolo de Kyoto, com exceção dos Estados Unidos, que se manteve como Estado observador.
COP 7 – Marrakech, Marrocos (2001)	O Acordo de Marrakech estabeleceu as regras operacionais do LULUCF, os mecanismos do Protocolo de Kyoto e como ocorreriam os financiamentos para a implementação dos projetos. Assim, foi criado o Fundo Especial para a Mudança do Clima (SCCF), de modo a financiar projetos relacionados à transferência de tecnologia, energia, transporte, indústria, agricultura e gestão de resíduos, entre outros.
COP 8 – Deli, Índia (2002)	No momento, o setor privado e as ONGs desenvolveram várias estratégias para a implementação do Protocolo de Kyoto. Além disso, foram apresentados diversos projetos para o CDM, focando no compartilhamento de tecnologias entre países industrializados e países em desenvolvimento.
COP 9 – Milão, Itália (2003)	Em Milão, foram definidos como os projetos de reflorestamento deveriam ser conduzidos. Além disso, na ocasião, o Fundo Especial para a Mudança do Clima (SCCF) e o Fundo para Países Menos Desenvolvidos (LDCF) foram fortalecidos.
COP 10 – Buenos Aires, Argentina (2004)	Em 2004, a pauta e discussão foi sobre o segundo período do Protocolo de Kyoto – de 2013 em diante.
COP 11 – Montreal, Canadá (2005)	Foi a primeira COP após o Protocolo de Kyoto ter entrado em vigor. Na ocasião, os Estados-parte discutiram sobre quais seriam os próximos passos após o fim do primeiro período do Protocolo e, pela primeira vez, foi colocado em pauta o impacto do desmatamento nas emissões de GEE. Também aconteceu a primeira reunião das Partes do Protocolo de Kyoto, onde os Estados que ainda não haviam ratificado o acordo puderam assistir às discussões como observadores.
COP 12 – Nairóbi, Quênia (2006)	Por meio da COP 12, foi criada o projeto de Redução das Emissões por Desmatamento e Degradação, uma proposta do governo brasileiro para promover a redução de emissões em países em desenvolvimento.
COP 13 – Bali, Indonésia (2007)	Nessa COP, deu-se início às negociações para o segundo período do Protocolo de Kyoto. A Austrália ratificou o Protocolo e o Plano de Ação de Bali foi aceito pelos Estados Unidos.
COP 14 – Poznan, Polônia (2008)	Na COP 14, os países focaram as negociações no auxílio aos países menos desenvolvidos. Ainda, os países emergentes como Brasil, China, Índia e México demonstraram-se abertos para assumirem responsabilidades de redução nas emissões de GEE, embora não tenham se comprometido com metas específicas.
COP 15 – Copenhagen, Dinamarca (2009)	Na COP 15, os países industrializados se comprometeram a

	providenciar um auxílio de USD\$ 10 bilhões ao ano, de 2010 a 2020, e com USD\$ 100 bilhões ao ano a partir de 2020, para os países mais vulneráveis mitigarem os efeitos das alterações climáticas. O Brasil também se comprometeu a reduzir de 36,1% a 38,9% a emissão de gases de efeito estufa até 2020. Também foi estabelecida a meta de elevação de até 2°C na temperatura média do planeta de modo que as consequências do aquecimento global não sejam tão intensas.
COP 16 – Cancún, México (2010)	Com o primeiro termo do Protocolo de Kyoto chegando ao fim, houve a discussão entre os Estados-parte de se manter os objetivos do Protocolo ou estabelecer um novo acordo. No momento, México, Brasil e Reino Unido desempenharam um papel fundamental na negociação do segundo termo do Protocolo de Kyoto.
COP 17 – Durban, África do Sul (2011)	Os Estados-parte começaram as discussões para um novo acordo vinculativo proposto pela União Europeia, que tinha como principal objetivo a redução de emissões de GEE e não seria só aplicável aos países industrializados, mas também ao Brasil, China e África do Sul. Rússia, Japão e Canadá anunciaram que não se comprometeriam com metas específicas.
COP 18 – Doha, Qatar (2012)	Em 2012, ficou decidido que de fato o Protocolo de Kyoto se manteria até dezembro de 2020. Ainda, foi mantida a promessa de auxílio financeiro de USD \$10 bilhões por ano até 2020, definidas na COP 15.
COP 19 – Warsaw, Polônia (2013)	Em 2013, com mais de 8300 participantes, as negociações se prolongaram por conta de conflitos entre países mais desenvolvidos e países em desenvolvimento sobre as metas de emissões de GEE. China e Índia, por exemplo, defenderam o direito ao desenvolvimento, atribuindo aos países industrializados a responsabilidade pelos problemas climáticos que vivemos.
COP 20 – Lima, Peru (2014)	O Chamado de Lima para a Ação Climática, aprovado na COP 20, serviria de base para o Acordo de Paris. De acordo com ele, os Estados-parte devem apresentar os seus objetivos a nível nacional para manter o aumento das temperaturas menores que 2°C.
COP 21 – Paris, França (2015)	O principal resultado da Conferência foi o Acordo de Paris. Na época, durante o mandato do presidente estadunidense Donald Trump, os Estados Unidos, um dos principais emissores de GEE, retiraram-se do Acordo. Vale lembrar que logo no início da administração Biden, em 2021, o país regressou oficialmente ao Acordo.
COP 22 – Marrakech, Marrocos (2016)	A primeira COP após o Acordo de Paris teve diversas iniciativas anunciadas, entre elas: o Climate Vulnerable Fórum, constituído por um grupo de países mais vulneráveis que reiteraram a importância de manter o aquecimento global em até 1.5°C; o Marrakech Vision, sobre medidas como o uso de 100% de energias renováveis entre 2030 e 2050; e também os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) foram reforçados.
COP 23 – Bonn, Alemanha (2017)	Uma das inovações da Conferência foi a Powering Past Coal

	Alliance, com o objetivo principal da eliminação do carvão como combustível fóssil. De acordo com o grupo, o objetivo deve ser atingido até 2050.
COP 24 – Katowice, Polônia (2018)	Em 2018, o discurso da ativista Greta Thunberg, de apenas 15 anos, apelou à ação coletiva urgente no combate às alterações climáticas, reafirmando a importância de uma transição energética que não seja mais a base de combustíveis fósseis, mas sim de energias renováveis. O discurso de Greta teve grande impacto, especialmente, no público jovem. Na época, não ficou acordado entre os Estados-parte quais seriam as metas de combate às mudanças climáticas até o fim de 2020 e nem quais seriam os mecanismos de financiamento para os países em desenvolvimento e mais vulneráveis ao aquecimento global.
COP 25 – Madrid, Espanha (2019)	A COP 25 foi realizada em Madrid sob a presidência do Chile. Nela, ficou decidido pelos Estados-parte que as medidas tomadas anteriormente eram insuficientes e, por isso, seria necessário maior ambição na definição de metas da próxima COP.
COP 26 – Glasgow, Reino Unido (2021)	Em parceria com a Itália, a COP 26 ocorreu entre os dias 31 de outubro e 12 de novembro de 2021, sendo a primeira Conferência desde o início da pandemia de Covid-19.
COP 27 – Sharm El Sheikh, Egito (2022)	Aconteceu de 6 a 18 de novembro de 2022 com foco no 6º Relatório do IPCC.
COP 28 – Dubai, Emirados Árabes Unidos (2023)	O evento aconteceu de 30 de novembro a 12 de dezembro, os participantes reforçaram os compromissos assumidos no Acordo de Paris e buscaram avançar em novas medidas concretas. Nas sessões, governos, empresas privadas e sociedade civil conversaram, junto com empresas do setor elétrico, sobre estratégias para a redução das emissões de gases de efeito estufa, a promoção de energias renováveis e a implementação de políticas de adaptação às mudanças climáticas.
COP 29 – Baku, Azerbaijão (2024).	A Conferência aconteceu entre os dias 11 e 22 de novembro de 2024, teve como objetivo principal aumentar o financiamento climático para os países em desenvolvimento, visando mitigar os efeitos das mudanças climáticas e apoiar a transição para fontes de energia mais sustentáveis. Os principais temas discutidos incluíram: Financiamento Climático, Comércio Internacional de Créditos de Carbono e Influência da Indústria de Combustíveis Fósseis.
COP 30 – Belém, Brasil (2025).	A COP30, ocorrerá de 10 a 21 de novembro de 2025 e terá como foco a preservação da Amazônia, reconhecida por seu papel importante na regulação climática global. A conferência abordará temas centrais como a redução das emissões de gases de efeito estufa, o financiamento climático para os países em desenvolvimento, e a promoção de tecnologias de energia renovável. Além disso, enfatizará a necessidade de justiça climática, destacando os impactos sociais e econômicos das MCGs, especialmente nas comunidades amazônicas.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

As MCGs estão em constante debate e atualização, refletindo seu status como um dos principais desafios contemporâneos da humanidade. A forma como as matrizes energéticas estão relacionadas a essa situação evidencia a necessidade urgente de revisar o uso dos recursos naturais como fontes de energia.

1. 3. Matrizes energéticas: Uma avaliação necessária

Desde a Revolução Industrial, a forma como a energia tem sido produzida, consumida e distribuída tem sido determinante no desenvolvimento econômico e no padrão de qualidade de vida das sociedades. O crescimento demográfico e industrial, especialmente nos últimos séculos, tem intensificado a busca por fontes energéticas, influenciando diretamente a configuração das economias globais. À medida que a conscientização sobre os impactos ambientais das atividades humanas se expande, a relevância de um modelo de produção de energia sustentável torna-se cada vez mais evidente. Dessa forma, a competitividade de uma nação é, progressivamente, definida pela capacidade de acessar fontes energéticas com baixo custo e reduzidos impactos ambientais (BRAGA, 2005; EPE, 2022). Economias que adotam políticas públicas eficazes para a integração de fontes renováveis obtêm vantagens substanciais em relação às economias dependentes de fontes não-renováveis.

A estrutura da matriz energética global pode ser compreendida a partir da classificação das fontes energéticas em duas grandes categorias: renováveis e não-renováveis. Essa divisão reflete a disponibilidade natural das fontes e seu impacto ambiental, sendo um parâmetro crucial para avaliar a transição para um modelo energético mais sustentável. A transição energética, entretanto, envolve desafios complexos, de natureza política, social e econômica, em razão dos fatores históricos que sustentam o modelo vigente de consumo (MENEGUETTI, 2022). Nesse contexto, as **fontes de energia renováveis** têm despertado crescente interesse como alternativas ao modelo energético convencional, fundado predominantemente em fontes não-renováveis.

O principal diferencial das energias renováveis é sua capacidade de regeneração natural, além dos impactos ambientais consideravelmente menores, especialmente quando comparadas aos combustíveis fósseis. Dentro desse grupo, destaca-se a energia solar, que, além de sua abundância, tem sofrido uma contínua evolução tecnológica, o que tem permitido redução de custos e incremento na eficiência dos sistemas fotovoltaicos. Estudos recentes comprovam que a energia solar tem se consolidado como uma das alternativas mais viáveis na luta contra as mudanças climáticas, permitindo a redução substancial das emissões de gases

de efeito estufa (UNEP, 2022). No Brasil, a energia solar tem se expandido, especialmente no Nordeste, que se caracteriza por um excelente potencial para a instalação de parques solares.

Ademais, a energia eólica também tem ganhado força, principalmente em regiões como o litoral nordestino, onde a intensidade dos ventos favorece a instalação de parques eólicos, colaborando com a diversificação da matriz energética nacional. Por outro lado, a energia geotérmica, embora ainda limitada pela alta demanda de investimentos iniciais e pela localização geográfica específica, tem se mostrado promissora em países com intensa atividade vulcânica, como é o caso da Islândia. Estudos apontam o potencial dessa fonte energética para a geração de eletricidade limpa e de aquecimento de maneira contínua e sem emissões relacionadas aos combustíveis fósseis (SANTOS, 2021).

Contudo, a adoção em larga escala dessas fontes renováveis enfrenta obstáculos significativos, como o elevado custo inicial de implementação e a necessidade de adaptações tecnológicas e infraestruturais, além de desafios regulatórios e de aceitação política. Não obstante, observa-se que políticas de incentivo, como subsídios fiscais e incentivos a investimentos em pesquisas de inovação, têm se mostrado eficazes na aceleração do uso de energias renováveis (SANTOS, 2021).

O Brasil tem se destacado globalmente em razão do aproveitamento de sua vasta diversidade de fontes renováveis. O país apresenta uma matriz energética diversificada, com uma participação de 48% de fontes renováveis, que incluem a energia hidráulica, solar, eólica e a biomassa, colocando-o em posição favorável frente ao panorama internacional, onde as fontes renováveis representam menos de 20% da oferta energética (UNEP, 2022). No entanto, o país ainda enfrenta desafios inerentes ao seu modelo de desenvolvimento, sendo um dos mais críticos o desmatamento. O Brasil é responsável por uma parte considerável das emissões de gases de efeito estufa, que têm como origem a derrubada de áreas da Amazônia e outras florestas tropicais. Essas florestas, como sequestradoras de carbono, desempenham papel fundamental na modulação climática global, tornando o desmatamento uma preocupação urgente (GOVERNO FEDERAL, 2022).

As **fontes não-renováveis**, predominantemente dominantes na composição das matrizes energéticas globais, ainda representam um obstáculo considerável para os esforços de mitigação das mudanças climáticas. O petróleo, o gás natural e o carvão, que historicamente alimentaram a revolução industrial e continuam a impulsionar processos industriais e o setor de transportes, são também grandes agentes de externalidades ambientais negativas. A combustão desses recursos libera não só gases de efeito estufa, mas também poluentes atmosféricos, como o dióxido de enxofre e o óxido de nitrogênio, com

consequências diretas para a saúde humana e para os ecossistemas (BRAGA, 2005). Além disso, a exploração de petróleo e gás está associada a questões de segurança energética, flutuação de preços e riscos geopolíticos que afetam as cadeias produtivas globais.

A energia nuclear, por outro lado, embora considerada uma alternativa com menores emissões de gases de efeito estufa, suscita debates intensos sobre os riscos associados à segurança e à gestão de resíduos. A tragédia de Fukushima (2011), por exemplo, reacendeu questões sobre a viabilidade e a segurança da utilização de energia nuclear, especialmente em um cenário global de crescente insegurança política e ambiental. A dificuldade de encontrar soluções seguras e definitivas para a gestão dos resíduos radioativos torna esse modelo energético controverso, com limitações, especialmente devido aos altos custos de implementação e manutenção (SANTOS, 2021).

De acordo com a Organização Internacional de Energia (OIE, 2023), a diversificação da matriz energética global é imprescindível, não apenas para mitigar os impactos das mudanças climáticas, mas também para reduzir a vulnerabilidade econômica e política dos países dependentes de recursos não-renováveis, como o petróleo e o gás.

Em suma, no contexto brasileiro, a crescente utilização das energias renováveis é um avanço promissor, especialmente considerando sua vasta riqueza natural. Com 48% da matriz energética proveniente de fontes renováveis, o país se destaca globalmente nesse setor (GOVERNO FEDERAL, 2022). No entanto, ainda enfrenta um sério desafio: o desmatamento. Este fator continua a ser a principal causa das emissões de gases de efeito estufa no país, comprometendo os avanços realizados nas energias renováveis.

A transição para um modelo energético mais sustentável exige uma reavaliação contínua das políticas públicas, com base em acordos internacionais, como o Acordo de Paris (2015), que visa a promoção da utilização de fontes limpas e o aumento do financiamento e desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Nesse contexto, a Agência Internacional de Energia (2023) reforça que a implementação de tais políticas é essencial para a formação de um modelo energético sustentável que permita a transição para um futuro mais equilibrado, com um impacto mínimo sobre os ecossistemas e a saúde pública.

Nas próximas décadas, o Brasil enfrentará o desafio de equilibrar o desenvolvimento econômico e social com a necessidade de garantir uma oferta energética sustentável e segura, conforme análises de ambientalistas e suas correntes ideológicas.

1. 4. Sustentabilidade e correntes ambientalistas

Os movimentos sociais pelo desenvolvimento sustentável vêm surgindo desde o início do século. Nesse contexto, a sustentabilidade adquiriu o conceito de força, defendido por diferentes grupos de interesse na sociedade. Esses grupos compreendem a sustentabilidade de maneiras variadas e projetam diferentes expectativas em torno de seus desdobramentos, que vão desde grupos ambientalistas radicais até organizações não-governamentais (ONGs), governos, organismos internacionais e gestores de operações nas organizações.

O conceito de sustentabilidade defendido pela Comissão *Brundtland* (WCED, 1987) estabelece que o desenvolvimento sustentável deve satisfazer as necessidades da geração presente sem comprometer a capacidade das gerações futuras de satisfazerem suas próprias necessidades. Essa definição destaca um dos princípios básicos da sustentabilidade: a visão de longo prazo, que implica considerar os interesses das futuras gerações.

Diante disso, o termo sustentabilidade abrange um conjunto de paradigmas para o uso dos recursos que visa atender às necessidades humanas. Deve-se considerar a sustentabilidade ambiental, econômica e sociopolítica. A questão ambiental (água, ar, solo, florestas e oceanos), que nos cerca, requer cuidados especiais para sua preservação. Portanto, a sustentabilidade econômica e sociopolítica só tem validade se a sustentabilidade ambiental for mantida.

A sustentabilidade deve ser entendida como um sistema integrado onde a sustentabilidade ambiental, econômica e social são interdependentes. O equilíbrio entre esses pilares é essencial, e a sustentabilidade ambiental serve como a base para as outras duas dimensões, garantindo a capacidade de suportar o desenvolvimento econômico e promover a equidade social a longo prazo. (BARTON, 2020, p. 45).

Nesse contexto, surgem diversas correntes ambientalistas que propõem ideias e práticas que geram discussões sobre o meio ambiente. São as “correntes da educação ambiental”, que, segundo Lucie Sauvé (2005, p. 17), referem-se à “perspectiva teórico-metodológica, ou seja, uma maneira geral de conceber e praticar a educação ambiental”.

Ainda segundo Sauvé (Ibid, p. 18-38), existem quinze correntes de educação ambiental, que apresentam uma pluralidade de proposições. Sauvé propõe a sistematização dessas correntes em dois grupos que compartilham a preocupação com o meio ambiente e o reconhecimento do papel da educação para melhorar a relação do ser humano com a natureza:

- **Correntes tradicionais:** naturalista, conservacionista/recursista, resolutiva, sistêmica, científica, humanista, moral/ética.

- **Correntes recentes:** holística, biorregionalista, prática, crítica social, feminista, etnográfica, da ecoeducação, da sustentabilidade.

A seguir, são descritas de forma resumida as principais características de cada corrente, baseadas nas definições apresentadas por Sato e Carvalho (2005):

- **Corrente naturalista:** Centra-se na relação com a natureza. O enfoque educativo pode ser cognitivo (aprender sobre a natureza), experiencial (viver na natureza e aprender com ela), afetivo, espiritual ou artístico (associando a criatividade humana à da natureza).

- **Corrente conservacionista/recursista:** Agrupa as proposições centradas na "conservação" dos recursos, tanto em termos de qualidade quanto de quantidade: água, solo, energia, plantas, animais, patrimônio genético, patrimônio construído, etc.

- **Corrente resolutiva:** Focada no desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas, desde o diagnóstico até a ação.

- **Corrente sistêmica:** Permite conceber e compreender adequadamente as realidades e problemáticas ambientais. A análise sistêmica possibilita identificar os diferentes componentes de um sistema ambiental e salientar as relações entre eles, como as relações entre elementos biofísicos e sociais de uma situação ambiental.

- **Corrente científica:** Centra-se na indução de hipóteses a partir de observações e na verificação dessas hipóteses por meio de novas observações ou experimentações. Está associada ao desenvolvimento de conhecimentos e habilidades nas ciências ambientais, em um campo de pesquisa essencialmente interdisciplinar e transdisciplinar.

- **Corrente humanista:** Dá ênfase à dimensão humana do meio ambiente, que é construído no cruzamento entre natureza e cultura. O ambiente não deve ser aprendido apenas como um conjunto de elementos biofísicos, mas como um meio de vida com dimensões históricas, culturais, políticas, econômicas e estéticas.

- **Corrente moral/ética:** Considera que o fundamento da relação com o meio ambiente é de ordem ética. Baseia-se em um conjunto de valores, mais ou menos conscientes e coerentes entre si, e diversas proposições de educação ambiental enfatizam o desenvolvimento dos valores ambientais.

- **Corrente holística:** Critica o enfoque exclusivamente analítico e racional das realidades ambientais, que pode originar muitos problemas atuais. É necessário considerar não apenas as múltiplas dimensões das realidades socioambientais, mas

também as diversas dimensões da pessoa em relação a essas realidades, promovendo uma visão global e complexa de seu "ser no mundo".

- **Corrente biorregionalista:** Inspira-se geralmente em uma ética ecocêntrica e centra a educação ambiental no desenvolvimento de uma relação preferencial com o meio local ou regional, fomentando um sentimento de pertencimento e compromisso com essa área.

- **Corrente prático:** Enfatiza a aprendizagem na ação, pela ação e para a melhoria dessa ação. Não se trata de desenvolver conhecimentos e habilidades antecipadamente para uma ação futura, mas de se engajar imediatamente em uma situação de ação e aprender por meio do projeto e para o projeto. O processo da corrente prático é o da pesquisa-ação, cujo objetivo é promover mudanças em um meio.

- **Corrente crítica social:** Analisa as dinâmicas sociais subjacentes às realidades e problemáticas ambientais, considerando intenções, posições, argumentos, valores explícitos e implícitos, decisões e ações dos diferentes protagonistas de uma ação.

- **Corrente feminista:** Integra os valores feministas na relação com o meio ambiente.

- **Corrente etnográfica:** Foca no caráter cultural da relação com o meio ambiente. A educação ambiental deve considerar a cultura de referência das populações ou comunidades envolvidas, em vez de impor uma visão de mundo.

- **Corrente da ecoeducação:** Envolve a experiência do meio ambiente para a autoformação e para construir uma melhor relação com o mundo.

- **Corrente da sustentabilidade:** Focada em promover um desenvolvimento econômico que respeite os aspectos sociais e ambientais, além de contribuir para esses desenvolvimentos.

Assim, as correntes se distinguem por características particulares. Essa variedade reflete o objeto de análise e discussão, visando aperfeiçoar a evolução contínua da educação ambiental. É nesta perspectiva que os MCGs se inserem nos objetivos comuns relacionados às correntes ambientais e devem ser incorporados no processo de ensino.

1. 5. O Ensino e as MCGs

O cenário amazônico e sua relevância nas discussões sobre as MCGs evidenciam a necessidade premente de incluir essa temática no ambiente escolar. Nesse contexto, torna-se essencial identificar ementas, recursos didáticos e metodologias nas disciplinas que já

contemplam ou que têm potencial para incorporar conhecimentos acerca das MCGs, em conformidade com as bases legais brasileiras que regulamentam essa modalidade educacional.

Observa-se que as áreas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, bem como Ciências Humanas e Sociais Aplicadas, compõem o currículo do Ensino Médio, contribuindo significativamente para a formação dos estudantes dessa etapa da Educação Básica, proporcionando-lhes o entendimento de diversos aspectos relacionados à vida humana, à fauna, à flora e ao meio ambiente como um todo. Segundo a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias propõe que os estudantes possam construir e utilizar conhecimentos específicos da área para argumentar, propor soluções e enfrentar desafios locais e/ou globais, relativos às condições de vida e ao ambiente. (BRASIL, 2018, p. 470).

Sobre o ensino da temática de MCGs, é importante verificar o que os documentos norteadores do ensino (BNCC, LDB², PCN³ e RCA⁴) abordam sobre o objeto de estudo aqui em foco. Observa-se que o estudo está integrado às competências e habilidades da base, como destacado pela BNCC.

Questões globais e locais com as quais a Ciência e a Tecnologia estão envolvidas – como desmatamento, mudanças climáticas, energia nuclear e uso de transgênicos na agricultura – já passaram a incorporar as preocupações de muitos brasileiros. Nesse contexto, a Ciência e a Tecnologia tendem a ser encaradas não somente como ferramentas capazes de solucionar problemas, tanto os dos indivíduos como os da sociedade, mas também como uma abertura para novas visões de mundo”. (BRASIL, 2018, p. 547)

A abordagem das MCGs deve ser realizada de forma interdisciplinar, levando em consideração a complexidade do fenômeno e suas implicações em diversas áreas do conhecimento. A integração de componentes curriculares, como Ciências da Natureza, Ciências Sociais, Geografia, Economia e até mesmo Artes, possibilita uma compreensão mais holística das causas e consequências das mudanças climáticas. Segundo Cavalcanti (2021), o ensino interdisciplinar oferece aos alunos uma visão ampliada, capaz de conectar conhecimentos científicos com a realidade social e ambiental na qual estão inseridos. Nesse sentido, as mudanças climáticas não devem ser tratadas apenas como uma questão ambiental, mas precisam ser entendidas também como um fenômeno social, econômico e cultural que afeta diferentes setores da sociedade global (SANTOS, 2020). Assim, é possível desenvolver

² Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

³ Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

⁴ Referencial Curricular Amazonense (RCA).

uma educação crítica e propositiva que promova soluções inovadoras e sustentáveis (SILVA; COSTA, 2022).

Além disso, é fundamental reconhecer que todo saber é resultado de um processo de construção do conhecimento, ou seja, de um processo investigativo, de discussão e de outras atividades de pesquisa que aproximam os discentes dessa prática. Dessa forma, os estudantes podem exercer sua cidadania ao se engajarem em projetos e debates que visem à conservação e preservação do ambiente em que vivem, de modo a contribuir para a formação de uma sociedade contemporânea disciplinada e educada ambientalmente.

Discutir iniciativas que contribuam para restabelecer o equilíbrio ambiental a partir da identificação de alterações climáticas regionais e globais provocadas pela intervenção humana. (AMAZONAS, 2019, p. 463)

Os documentos mencionados também recomendam a realização de atividades práticas em laboratórios e oficinas, onde os estudantes se envolvem em processos de observação, experimentação e produção de recursos, bem como na aplicação de técnicas e tecnologias que favoreçam a aproximação entre o conhecimento teórico e o prático (BRASIL, 2018). A BNCC destaca ainda que:

No Ensino Médio, a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias oportuniza o aprofundamento e a ampliação dos conhecimentos explorados na etapa anterior. Trata a investigação como forma de engajamento dos estudantes na aprendizagem de processos, práticas e procedimentos científicos e tecnológicos, e promove o domínio de linguagens específicas, o que permite aos estudantes analisar fenômenos e processos, utilizando modelos e fazendo previsões. Dessa maneira, possibilita aos estudantes ampliar sua compreensão sobre a vida, o nosso planeta e o universo, bem como sua capacidade de refletir, argumentar, propor soluções e enfrentar desafios pessoais e coletivos, locais e globais. (BRASIL, 2018, p. 471-472).

De acordo com os PCNs, os estudantes do Ensino Médio devem desenvolver competências essenciais, como a habilidade de consultar, analisar e interpretar textos de Ciência e Tecnologia, além de argumentar criticamente sobre esses temas e emitir juízos próprios. Essa perspectiva amplia a compreensão de Ciência e Tecnologia como componentes da cultura contemporânea, com ênfase na ética e na cidadania (BRASIL, 2002).

Nesse contexto, o novo Ensino Médio, instituído pela Lei nº 13.415/2017 e regulamentado pela Resolução CNE/CP nº 2/2017, promove uma reorganização curricular para atender às demandas do século XXI. Entre as mudanças, a BNCC define as competências e habilidades essenciais para todos os estudantes. Complementando essa estrutura, os itinerários formativos foram introduzidos para oferecer uma educação personalizada,

possibilitando a escolha de áreas de aprofundamento técnico ou profissional conforme os interesses dos estudantes. Além disso, o modelo de educação integral visa o desenvolvimento pleno dos indivíduos, abrangendo suas dimensões pessoal, social e profissional. Assim, as metodologias ativas e projetos interdisciplinares emergem como ferramentas-chave para integrar conhecimentos e fomentar uma aprendizagem prática e contextualizada.

Dentro dessa reorganização, temas contemporâneos como as MCGs ganham relevância no currículo. A BNCC incentiva a abordagem de temas transversais, permitindo que a educação ambiental permeie todos os componentes curriculares, oferecendo aos estudantes a oportunidade de desenvolver uma compreensão crítica dos desafios ambientais, tanto globais quanto regionais. Os itinerários formativos, por sua vez, podem ser direcionados para áreas como ciências ambientais, sustentabilidade e tecnologias verdes, promovendo uma formação prática e conectada com as necessidades atuais.

Nessa linha, os protótipos educacionais destacam-se como instrumentos eficazes para enriquecer a aprendizagem, aproximando os estudantes de realidades práticas por meio da experimentação e da resolução de problemas. Como aponta Matos (2014), o uso de cenários de aprendizagem e protótipos permite combinar teoria e prática, o que é essencial para a compreensão de questões complexas, como as mudanças climáticas. Ao integrar o "fazer" e o "experimentar" no processo educativo, a aprendizagem se torna mais profunda e significativa, preparando os estudantes para analisar criticamente os problemas ambientais.

Projetos interdisciplinares, que envolvem áreas como ciências, geografia, humanidades e artes, também desempenham um papel fundamental ao incentivar a criação de soluções práticas para os desafios ambientais. Esse enfoque, conforme destaca o Referencial Curricular do Amazonas (RCA), é vital para o desenvolvimento de iniciativas locais, baseadas em práticas sustentáveis e consumo consciente (AMAZONAS, 2019, p. 470).

Além disso, o papel dos professores é central para promover discussões sobre temas ambientais em sala de aula. Cabe a eles fomentarem debates e propor atividades que engajem os estudantes na busca por soluções para os problemas climáticos. Conforme enfatizam Freitas e Marques (2017), a formação inicial e continuada dos professores é essencial para o uso de metodologias inovadoras e para a condução de debates mais profundos sobre o tema, consolidando o interesse dos estudantes.

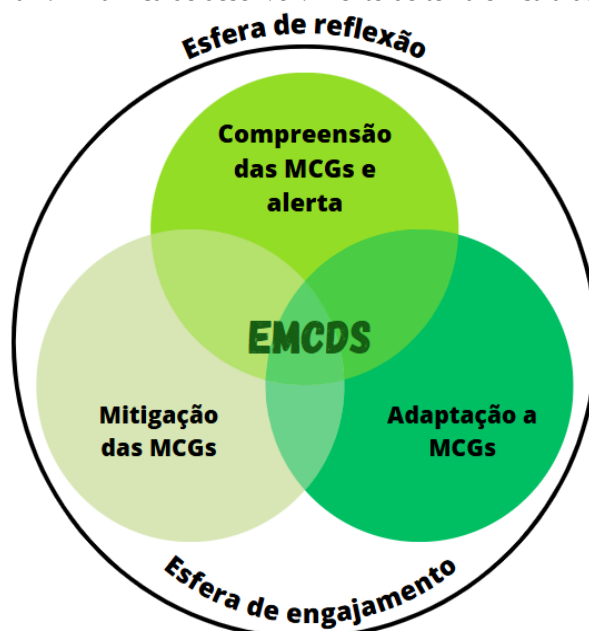
Portanto, o estudo das mudanças climáticas no novo Ensino Médio não só atualiza o currículo, mas também capacita os estudantes a enfrentarem os desafios ambientais do futuro. Ao desenvolver habilidades analíticas, críticas e inovadoras, os estudantes estarão mais bem preparados para contribuir com soluções sustentáveis e eficazes no século XXI.

Em suma, reitera-se a necessidade de ações que contextualizem as MCGs, conforme indicado nos documentos norteadores da educação. Entretanto, um conhecimento profundo dessas relações só é possível mediante sucessivas aproximações dos conceitos, procedimentos e atitudes relativos à temática ambiental, considerando as possibilidades intelectuais dos estudantes. Dessa forma, ao longo da escolaridade, o tratamento dos conceitos de interesse geral deve ganhar profundidade (BRASIL, 1988).

É extremamente importante destacar que a inserção do ensino sobre MCGs no combate às mudanças climáticas só pode ser eficaz se houver uma metodologia estruturada e atrativa, baseada em pesquisas e evidências científicas atualizadas, que apresentem dados reais e contemporâneos. Como aborda a Unesco (2014), no livro intitulado “*Mudança Climática na Sala de Aula*”, a educação desempenha um papel crucial nessa tarefa desafiadora, com três funções principais (Figura 2).

Primeiro, deve contribuir para a construção de capacidades e atitudes sociais e individuais voltadas à mitigação das mudanças climáticas, habilitando as pessoas a agirem de forma proativa diante dos cenários climáticos mais adversos. Em segundo lugar, a educação tem a responsabilidade de desenvolver competências, habilidades e atitudes necessárias à adaptação frente aos impactos climáticos já evidentes e iminentes. Por fim, ela deve atuar continuamente no estímulo e no fortalecimento da compreensão sobre a realidade das mudanças climáticas, alertando a sociedade sobre esse contexto, enquanto promove a Educação em Mudança Climática para o Desenvolvimento Sustentável (EMCDS).

Figura 2. Dinâmica de desenvolvimento do tema em sala de aula.



Fonte: Elaboração própria, a partir de UNESCO, 2014.

Logo, se não houver embasamento científico sólido sobre as implicações, estudos que projetem possíveis cenários futuros e uma clara demonstração para toda a sociedade da real magnitude das MCGs, as providências ou ações tomadas poderão ser insuficientes diante da gravidade do problema.

Portanto, é no processo educativo que se estabelece a relação entre teoria e prática. Isso implica evidenciar a conexão entre a atividade de pesquisa, as ações educativas ambientais e seus resultados, que devem ser discutidos e refletidos em sala de aula. Segundo Carvalho (2006), "a Educação Ambiental (EA) vem sendo valorizada como uma ação educativa que deveria estar presente de forma transversal e interdisciplinar, articulando o conjunto de saberes, formação de atitudes e sensibilidades ambientais."

A EA tem desempenhado um papel relevante ao mediar o campo educacional e o ambiental. No entanto, as estratégias pedagógicas sobre MCGs, adotadas no ensino básico, devem ser continuamente avaliadas para garantir uma aprendizagem eficaz.

1. 6. Estratégias de aprendizagem no contexto da MCGs

As estratégias mediadoras para a aprendizagem são processos essenciais que auxiliam os estudantes a alcançarem uma aprendizagem efetiva e significativa. Essas estratégias oferecem suporte durante a aquisição de novos conhecimentos, facilitando o processo de absorção, retenção e aplicação das informações. Segundo Góes e Boruchovitch (2020), o termo "estratégias de aprendizagem" engloba diferentes categorias de estratégias, sendo as mais comuns as cognitivas e as metacognitivas.

As estratégias cognitivas referem-se a ações concretas realizadas pelos estudantes quando precisam aprender um determinado conteúdo ou realizar uma tarefa específica. Elas envolvem técnicas como a memorização, a compreensão, a análise e a síntese de informações. As estratégias metacognitivas, por outro lado, referem-se ao controle consciente sobre o próprio processo de aprendizagem. Isso inclui o planejamento das atividades de estudo, o monitoramento do progresso durante a realização da tarefa e a avaliação de como do que foi aprendido, permitindo ajustes para otimizar a aprendizagem.

Diante disso, as estratégias propostas nesta pesquisa baseiam-se principalmente nas cognitivas, que são classificadas em três subgrupos: ensaio, elaboração e organização. As estratégias de ensaio envolvem a repetição da informação, seja oralmente ou por escrito, com o objetivo de facilitar sua retenção. Esta técnica é comumente utilizada para memorização de fatos e conceitos, funcionando como um reforço contínuo para garantir que o estudante

aprenda o conteúdo de maneira sólida. As estratégias de elaboração dizem respeito à criação de conexões entre o conhecimento prévio e o novo conhecimento a ser adquirido. Esse processo de integração ajuda o estudante a entender o novo material em um contexto mais amplo, associando-o ao que já sabe, o que facilita tanto a retenção quanto a aplicação prática do conteúdo. As estratégias de organização consistem em impor uma nova estrutura ao material a ser aprendido, como a criação de resumos, esquemas, diagramas ou mapas conceituais. Essas técnicas ajudam o estudante a entender e organizar o conteúdo de forma mais lógica, tornando o material mais significativo e, conseqüentemente, facilitando sua assimilação.

O uso de protótipos educacionais, como maquetes, no contexto das MCGs, é uma prática inovadora que estimula o pensamento lógico e o desenvolvimento sustentável. Esses protótipos funcionam como simuladores das ações humanas no ambiente, permitindo aos estudantes visualizarem e compreender os impactos que determinadas práticas podem ter no meio ambiente. Ao manipular esses modelos físicos, os estudantes podem experimentar, de forma tangível, os resultados de diferentes intervenções, fortalecendo a compreensão e a internalização de conceitos complexos.

Além disso, essa abordagem fortalece a ideia de que o estudante deve ser um agente ativo no processo de aprendizagem, participando ativamente da percepção, do planejamento e da execução de práticas que visam encontrar alternativas mais sustentáveis. O uso de protótipos permite que os estudantes desenvolvam habilidades de resolução de problemas e pensamento crítico, à medida que exploram soluções ecologicamente viáveis para os desafios ambientais atuais. Conforme destacado na proposta da área de Ciências da Natureza, nos Itinerários Formativos para o Ensino Médio, no eixo Processos Criativos, a importância de estratégias inovadoras, como o uso de protótipos e simulações, é ressaltada. Essas práticas são fundamentais para promover um ensino voltado ao desenvolvimento de competências criativas e críticas, preparando os estudantes para lidar com problemas complexos, como as mudanças climáticas, de maneira prática e engajada.

“O estudante pode vivenciar práticas significativas utilizando a experimentação, a simulação e a criação de modelos ou protótipos para a elaboração de soluções inovadoras, a partir da investigação de problemas reais, de relevância pessoal, para a comunidade e/ou para o mundo. Cabe estimular a leitura de diversas fontes, pesquisas em mídias digitais e a utilização de recursos tecnológicos e visitas de campo, na perspectiva de pensar em soluções criativas e inovadoras.” (BRASIL, 2018).

Conforme Carvalho (2006), a Educação Ambiental tem sido valorizada como uma ação educativa transversal e interdisciplinar, articulando saberes, atitudes e sensibilidades ambientais. De acordo com a Unesco (2014), o papel da educação é crucial para a construção de capacidades e atitudes voltadas à mitigação das mudanças climáticas e para a adaptação aos impactos já evidentes. Além disso, a Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 destaca a importância da educação ambiental como um pilar essencial para a formação de cidadãos conscientes sobre questões ambientais e climáticas.

Na educação básica, é fundamental adotar práticas que promovam o desenvolvimento cognitivo e habilidades essenciais para o aprendizado ao longo da vida. Entre essas práticas, destacam-se o ensino de diferentes estratégias de aprendizagem, a demonstração de seus benefícios, a promoção de trocas de informações sobre o processo de aprendizagem e a criação de um ambiente cooperativo. Essas abordagens não só favorecem o desenvolvimento intelectual dos estudantes, mas também fortalecem competências como a autorregulação e a cooperação.

Para implementar essas práticas de forma eficaz, a sequência didática proposta por Zabala (2015) oferece um modelo valioso. O autor orienta que a prática pedagógica deve seguir princípios de coerência e progressividade, diversificação de métodos e recursos, e avaliação formativa. Organizar as atividades de modo que se complementem e criem uma progressão natural do conteúdo é essencial para uma aprendizagem estruturada e contínua. A diversificação de métodos e recursos é importante para atender aos diferentes estilos de aprendizagem, garantindo que os estudantes permaneçam engajados e motivados.

Os benefícios da sequência didática são significativos. Ela permite ao professor planejar o ensino de forma sistemática e organizada, facilitando o acompanhamento do progresso dos estudantes. Além disso, a clara conexão entre as atividades promove o maior interesse dos estudantes, que percebem o propósito de cada etapa e o avanço em direção a um objetivo maior. A sequência didática também favorece uma aprendizagem significativa ao relacionar o conteúdo com o contexto e a realidade dos estudantes, facilitando a retenção e aplicação do conhecimento.

Portanto, essa abordagem é extremamente eficaz no contexto educacional, pois oferece uma orientação clara tanto para professores quanto para estudantes, assegurando um processo de ensino e aprendizagem estruturados com os objetivos pedagógicos.

Dentro desse contexto, a aplicação de protótipos educacionais, combinada com a ABP, revela-se uma ferramenta valiosa. Ao explorar problemas reais como as MCGs, permite que professores e estudantes se envolvam em análises profundas e propostas de soluções para

situações complexas. Essa abordagem facilita a ativação e o compartilhamento de conhecimentos pré-existentes entre os membros do grupo, orientando o estudo e a pesquisa. O debate e a construção coletiva do saber são fomentados por meio da confrontação de novos conhecimentos com as ideias dos colegas, promovendo um ambiente colaborativo e enriquecedor.

PERCURSO METODOLÓGICO

Neste capítulo, descrevemos detalhadamente o percurso metodológico adotado nesta pesquisa, que inclui a elaboração, o desenvolvimento e a avaliação da sequência didática, caracterizada como o principal produto educacional do estudo. A sequência didática foi planejada com base em referenciais teóricos sólidos, considerando abordagens contemporâneas de ensino e aprendizagem, a fim de promover um processo educacional significativo e contextualizado. Além disso, apresentamos os instrumentos metodológicos utilizados para a coleta e análise dos dados, como questionários, entrevistas e observações, buscando garantir a validade e a confiabilidade das informações obtidas. Cada etapa do desenvolvimento metodológico foi conduzida com rigor científico, visando proporcionar resultados consistentes e alinhados aos objetivos da pesquisa.

2. 1. Local da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima (Figura 3), localizada na R. Rio Xanxerê, 504 - Armando Mendes, Manaus - AM, CEP: 69089-140, Manaus – AM.

Figura 3. Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A Escola Estadual Maria Madalena foi a primeira instituição pública inaugurada no bairro Armando Mendes, conforme o Decreto nº 12.127, de 12 de dezembro de 1986.

Atualmente, é administrada pela Secretaria de Estado de Educação e Desporto do Amazonas (Seduc). A escola recebeu esse nome em homenagem à professora Maria Madalena Santana de Lima, nascida no estado do Acre, em reconhecimento ao seu notável empenho e dedicação à educação no Amazonas.

Nesta instituição de ensino básico, é oferecido exclusivamente o Ensino Médio, em regime de tempo integral, com funcionamento das 7h às 16h, seguindo as diretrizes da proposta do Novo Ensino Médio. A escola conta com doze salas de aula e diversos espaços educacionais, incluindo uma sala de projetos especiais, um auditório, laboratórios de ciências e informática, uma quadra esportiva e uma biblioteca. Todos esses ambientes são projetados para apoiar professores e estudantes, enriquecendo a experiência educacional e promovendo um ambiente propício à aprendizagem.

Após a submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP/CONEP), com a anuência da direção institucional, e a obtenção do parecer favorável nº 6.995.610 / CAAE 80343624.0.0000.8119, foi realizada a entrega dos Termos de Consentimento aos participantes, ou seja, aos sujeitos da pesquisa.

O processo de submissão iniciou-se com o cadastro do pesquisador na Plataforma Brasil, exigindo o preenchimento de dados pessoais e profissionais para associá-lo ao projeto. A partir da finalização desse cadastro, foi possível acessar a plataforma e protocolar a pesquisa, fornecendo informações detalhadas, como os objetivos, a metodologia, o cronograma, o orçamento, os riscos envolvidos, instrumentos avaliativos e os documentos relativos aos termos de consentimento (Figura 4).

Figura 4. Documentos obrigatórios para submissão ao Comitê de Ética.



Fonte: Elaboração Própria, 2024.

2. 2. Sujeito da pesquisa

Os sujeitos da pesquisa proposta foram professores e estudantes do 1º ano do Ensino Médio, regularmente matriculados na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima.

Para iniciar a aplicação das ações planejadas, os participantes da pesquisa precisaram estar cientes de sua participação, formalizada por meio da assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (Apêndice A), para menores de idade, e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (Apêndice B). Nestes termos, foram descritos o objetivo da pesquisa, os riscos, os benefícios e o responsável pelo desenvolvimento (Figura 5).

Figura 5. Entrega do TCLE e TALE.




TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

1. Identificação do Projeto de Pesquisa

Título do projeto: Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental.

Patrocinador da pesquisa: FAPEAM

Nome da pesquisadora: Rosana Ferreira Palmeira

Orientador: Jean Dalmo de Oliveira Marques

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima identificado. Este documento contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração nesta pesquisa será de muita importância para nós, mas se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

2. Identificação do Participante da Pesquisa

Nome: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

3. Identificação do Pesquisador Responsável

Nome: Rosana Ferreira Palmeira

Profissão: Professora

Endereço: Av. Torquato Tapajós, 11901 - Taramã-Açu

E-mail: rosanapalmeira.bio@gmail.com

Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do projeto de pesquisa acima identificado. Discuti com o pesquisador responsável sobre a minha decisão em participar e estou ciente de que:

1. Os **objetivos** desta pesquisa são:

1.1. **Geral:** Investigar o uso de protótipos educacionais como estratégia de compreensão sobre MCGs numa perspectiva de preservação ambiental.

1.2. **Objetivos específicos**

- Avaliar a forma de abordagem das Mudanças Climáticas Globais nos documentos norteadores e livro didático;
- Propor situações reais para reflexão das causas e consequências dos impactos ambientais provocados pelas mudanças climáticas a nível global e regional;
- Identificar as percepções ambientais dos estudantes, a partir da montagem das peças dos protótipos;
- Elaborar uma sequência didática como o produto educacional da investigação.




TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

1. Identificação do Projeto de Pesquisa

Título do projeto: Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental.

Patrocinador da pesquisa: FAPEAM

Nome da pesquisadora: Rosana Ferreira Palmeira

Orientador: Jean Dalmo de Oliveira Marques

Você está sendo convidado a participar da pesquisa "Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental", coordenada pela pesquisadora Rosana Ferreira Palmeira. Seus pais permitiram que você participe.

2. Identificação do Participante da Pesquisa

Nome: _____

Telefone: _____ E-mail: _____

3. Identificação do Pesquisador Responsável

Nome: Rosana Ferreira Palmeira

Profissão: Professora

Endereço: Av. Torquato Tapajós, 11901 - Taramã-Açu

E-mail: rosanapalmeira.bio@gmail.com

Queremos saber, a partir do objetivo geral, como podemos investigar o uso de protótipos educacionais como estratégia de compreensão sobre MCGs numa perspectiva de preservação ambiental, com a participação de estudantes do primeiro ano do ensino médio, na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima. Posteriormente, queremos avaliar a forma de abordagem das Mudanças Climáticas Globais nos documentos norteadores e livro didático. Propõe situações reais para reflexão das causas e consequências dos impactos ambientais provocados pelas mudanças climáticas a nível global e regional; Identificar as percepções ambientais dos estudantes, a partir da montagem das peças dos protótipos; Elaborar uma sequência didática como o produto educacional da investigação.

Você só precisa participar da pesquisa, se quiser. é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm de entre 15 e 18 anos de idade.

A pesquisa será feita na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima, onde os estudantes participarão de uma avaliação diagnóstica, aulas expositivas e dialogadas, e avaliação da sequência didática. Para isso, será usado as salas de aulas, como ambiente para participação das ações e construção de materiais. Os materiais utilizados são considerados seguros. Os **benefícios** esperados no projeto

Rubrica do pesquisador responsável pela obtenção do consentimento: _____

Rubrica do participante da pesquisa/responsável legal (adequar de acordo com o TALE): _____

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Com base nas resoluções CNS 466/12 e CNS 510/16, que estabelecem diretrizes éticas para a realização de pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil, foi essencial considerar cuidadosamente os **riscos, benefícios e estratégias de mitigação** ao desenvolver o projeto de pesquisa. Este projeto envolveu a criação de materiais educacionais utilizando tesoura, cola, régua e papel.

Os riscos físicos identificados foram: a) Cortes e ferimentos - O uso inadequado da tesoura poderia causar cortes nos dedos ou nas mãos. b) Intoxicação - A ingestão acidental de cola ou o contato prolongado com a pele poderia causar reações alérgicas ou intoxicação.

Os riscos psicológicos incluíram: a) Estresse - A frustração com a execução das atividades poderia gerar estresse e desmotivação. b) Ansiedade - Discussões sobre mudanças climáticas e impactos ambientais poderiam causar ansiedade em alguns estudantes.

Os benefícios esperados foram: a) Desenvolvimento de habilidades motoras - Melhoria da coordenação motora fina por meio do uso de ferramentas como tesoura e régua. b) Estimulação da criatividade - Incentivo à criatividade e inovação ao criar protótipos educacionais. c) Aprendizado prático - Integração do aprendizado teórico com a prática,

facilitando a compreensão dos conteúdos sobre mudanças climáticas e preservação ambiental.

d) Conscientização ambiental - Aumento da conscientização sobre questões ambientais e mudanças climáticas globais, além da promoção de atitudes e comportamentos sustentáveis.

e) Trabalho em equipe - Desenvolvimento de habilidades de cooperação e trabalho em equipe.

Para fortalecer a aplicação da metodologia proposta, buscaram-se as seguintes estratégias de mitigação: a) Orientação - Realização de sessões iniciais sobre o uso seguro das ferramentas. b) Demonstração - Demonstração da maneira correta de manusear a tesoura e outros materiais. c) Supervisão contínua - Presença de um supervisor (professor ou monitor) para auxiliar e monitorar os estudantes durante a atividade. d) Materiais seguros - Fornecimento de tesouras sem ponta e colas não tóxicas para minimizar os riscos de acidentes. e) Planejamento das atividades - Planejamento das atividades de modo a evitar períodos prolongados de uso das ferramentas, intercalando com pausas para descanso e incorporando momentos de discussão e reflexão para gerenciar a ansiedade e o estresse relacionados ao tema ambiental. f) Ambiente adequado - Realização das atividades em um ambiente espaçoso e bem iluminado, com mesas adequadas para o trabalho manual. g) Espaço de apoio - Criação de um espaço de apoio e diálogo aberto sobre as preocupações ambientais.

Com a implementação dessas estratégias, foi possível criar um ambiente seguro e propício para o aprendizado, onde os estudantes puderam desenvolver suas habilidades práticas e criativas, ao mesmo tempo em que aumentaram sua conscientização sobre as mudanças climáticas e a importância da preservação ambiental.

2. 3. Tipo de pesquisa

A pesquisa é um processo sistemático e estruturado de investigação, que visa a gerar conhecimento sobre um determinado fenômeno ou responder a questões previamente estabelecidas. De acordo com Gil (2008, p. 17), "pesquisa é o processo formal e sistemático de desenvolvimento do método científico, cujo objetivo é descobrir respostas para problemas mediante o uso de procedimentos científicos". Essa definição destaca a importância do rigor metodológico, característica fundamental de qualquer investigação científica.

Marconi e Lakatos (2017, p. 83) complementam que a pesquisa se dá pela "busca de soluções para problemas e o desenvolvimento de novos conhecimentos, utilizando métodos adequados à situação investigada". Nesse sentido, a escolha do tipo de pesquisa depende diretamente dos objetivos que se pretende alcançar e da natureza da questão investigada.

Em suma, a pesquisa realizada neste estudo é de caráter qualitativo, pois visa à compreensão do problema em seu contexto, impregnado de significados nas interações entre

os participantes e o fenômeno investigado. Como bem ressalta Creswell (2021, p. 03), a “[...] pesquisa qualitativa é um meio para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano [...]”.

2. 4. Instrumento de Coleta de Dados

Segundo Creswell (2018, p. 138), "os instrumentos de coleta de dados são ferramentas que o pesquisador utiliza para coletar as informações necessárias para o estudo. Esses instrumentos podem ser questionários, entrevistas, observações ou análise de documentos, dependendo do tipo de pesquisa realizada." O levantamento dos dados da pesquisa foi realizado por meio dos seguintes instrumentos e métodos de coleta de informações: diagnóstico inicial e avaliação da sequência didática, entrevistas com professores, rubricas de aprendizagem, roda de conversa com os Estudantes.

- a) Diagnóstico Inicial e Avaliação da Sequência Didática:** A coleta de dados foi realizada por meio de questões objetivas e subjetivas, presentes no diagnóstico inicial (Apêndice C) e na avaliação da sequência didática (Apêndice E), com o objetivo de verificar os conhecimentos prévios dos estudantes e os resultados obtidos após a aplicação da sequência didática.
- b) Entrevista com os Professores:** A investigação tem como foco compreender as estratégias desenvolvidas pelos professores no processo de ensino (Apêndice D). Segundo Marconi e Lakatos (2021, p. 213), "a entrevista é um encontro entre duas pessoas que, por meio da conversação, objetiva que uma delas obtenha informações sobre um determinado assunto". Este procedimento é amplamente utilizado na investigação social, servindo para coletar dados, auxiliar no diagnóstico ou na análise de um problema social. O objetivo é obter respostas que permitam comparar as percepções dos entrevistados, utilizando o mesmo conjunto de perguntas; as diferenças nas respostas devem refletir as variações entre os respondentes, e não nas perguntas formuladas (LODI, 1974, p. 16).
- c) Rubricas de Aprendizagem:** As rubricas são fundamentadas em situações-problema, integradas à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP). Este momento de aprendizagem possibilita que os estudantes realizem diferenciações progressivas, de acordo com o nível de complexidade exigido pelo estudo. A reconciliação integrativa, um princípio fundamental da ABP, ocorre quando os estudantes discutem com o professor conceitos e fenômenos, bem como as causas e consequências das MCGs que

ainda não estão totalmente esclarecidas. Esse processo leva a um retorno aos estudos individuais e coletivos, promovendo uma aprendizagem mais profunda.

- d) Roda de Conversa com os Estudantes:** As rodas de conversa desempenham um papel crucial neste processo, pois permitem observar as percepções dos estudantes ao longo do aprendizado. Esse instrumento pedagógico estimula a aprendizagem colaborativa, proporcionando um espaço para que os participantes compartilhem experiências e avaliem o processo do qual fazem parte (RYCHEBUSCH, 2011). Assim, a utilização das rodas de conversa promove uma troca enriquecedora entre os sujeitos envolvidos.

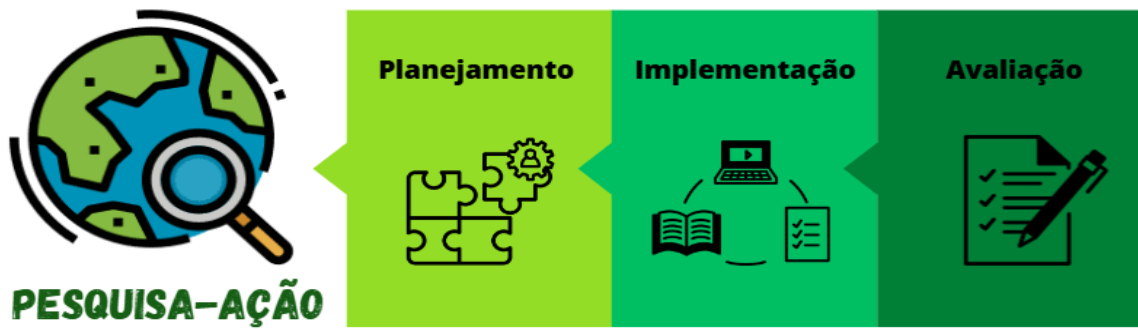
2. 5. Procedimentos

O percurso escolhido para conduzir a pesquisa foi a estratégia metodológica da pesquisa-ação, fundamentada na concepção de Tripp (2005). Essa abordagem é uma investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa com o objetivo de aprimorar tanto as práticas cotidianas quanto as pesquisas científicas. De acordo com o autor, este tipo de investigação é um termo abrangente que se refere ao processo de busca pela melhoria de práticas específicas. Thiollent (2011) também corrobora essa perspectiva, afirmando que:

Na pesquisa-ação os pesquisadores desempenham um papel ativo no equacionamento dos problemas encontrados, no acompanhamento e na avaliação das ações desencadeadas em função dos problemas. Sem dúvida, a pesquisa-ação exige uma estrutura de relação entre pesquisadores e pessoas da situação investigada que seja de tipo participativo. (THIOLLENT, 2011, p. 21).

A estratégia foi desenvolvida por meio de um ciclo composto por três etapas: planejamento, implementação e avaliação, conforme apresentado por Tripp (2005). O **planejamento** envolveu a compreensão do contexto dos participantes e a elaboração do plano de ação. A **implementação** diz respeito ao desenvolvimento do plano de ação, caracterizada pela montagem dos protótipos educacionais. A **avaliação** ocorreu em todos os momentos da pesquisa-ação, especialmente durante a implementação dos protótipos (Figura 6).

Figura 6. Fases da Pesquisa-ação (Tripp, 2005).



Fonte: Elaborado própria, 2024.

Conforme argumentado pelo autor, o ciclo da pesquisa-ação proporciona uma visão abrangente das contribuições e limitações inerentes ao processo investigativo. Cada etapa reflete e influencia as atividades das demais fases, de modo que ajustes realizados em um momento exigem adaptações e a reconfiguração do ciclo como um todo. Essa abordagem cíclica destaca a natureza interativa e dinâmica da pesquisa-ação, permitindo um refinamento contínuo da estratégia em resposta às nuances e desafios que emergem ao longo do processo (THIOLLENT, 2011).

Para alinhar os instrumentos e métodos aos objetivos da construção e análise de dados, foram adotadas estratégias como a tabulação de dados e a transcrição das entrevistas, essenciais para a organização e interpretação das informações qualitativas. O diário de campo e os registros fotográficos também tiveram um papel fundamental, pois permitiram documentar de forma sistemática as observações, reflexões e eventos significativos ocorridos durante a investigação. Franco (2005) explica que esses instrumentos não apenas asseguram a fidelidade dos dados coletados, mas também favorecem uma análise mais aprofundada e contextualizada, promovendo a triangulação das informações e aumentando a confiabilidade dos resultados.

2. 5. 1. Diagnóstico

Nesta abordagem, o percurso metodológico da pesquisa inicia-se com a identificação da situação atual, oferecendo uma visão ampla do contexto da pesquisa-ação e das práticas dos sujeitos envolvidos. Segundo Thiollent (2021), essa fase inicial é crucial para a compreensão das dinâmicas que cercam o problema investigado, permitindo a formulação de estratégias eficazes para a intervenção. Com base nesse diagnóstico, é elaborado um plano de ação voltado para transformar a realidade identificada, enquanto os resultados das

intervenções são continuamente monitorados e avaliados, visando ajustes necessários. As etapas a seguir refletem o desenvolvimento dessa fase inicial da pesquisa-ação:

a) Revisão teórica sobre Sustentabilidade e MCGs

Foram realizados levantamentos bibliográficos sobre estudos de sustentabilidade e Mudanças Climáticas Globais, com alinhamento à BNCC e à proposta pedagógica da Secretaria de Educação do Amazonas (SEDUC-AM). A revisão de literatura constituiu uma etapa fundamental na pesquisa científica, pois envolveu a coleta sistemática de informações provenientes de diversas fontes, como livros, artigos, revistas científicas, repositórios e sites, com o objetivo de fundamentar o estudo com conhecimentos já estabelecidos (Gil, 2019). As atividades foram conduzidas de forma interdisciplinar, conforme destacado na BNCC, e alinhadas ao planejamento interventivo da pesquisa.

b) Diagnóstico situacional do ensino da temática MCGs e alternativas sustentáveis com estudantes

Para avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre as MCGs e práticas sustentáveis, foi aplicado um questionário diagnóstico, que incluiu questões objetivas e subjetivas. O instrumento foi elaborado com 17 perguntas, sendo 11 de múltipla escolha e 6 dissertativas (APÊNDICE C), visando captar uma compreensão ampla das percepções dos participantes (Figura 7). A análise desse diagnóstico fornecerá subsídios importantes para ajustar as estratégias pedagógicas e o planejamento das ações interventivas.

Figura 7. Aplicação do questionário diagnóstico com os estudantes.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

O diagnóstico inicial forneceu uma compreensão detalhada do contexto e das práticas atuais dos sujeitos envolvidos.

O diagnóstico inicial é uma etapa essencial no processo de pesquisa-ação, pois fornece a base para o planejamento das intervenções. Sem uma compreensão clara e detalhada do problema, as ações e estratégias desenvolvidas podem não ser adequadas ou eficazes. Assim, o diagnóstico não apenas orienta o planejamento, mas também assegura que as intervenções sejam relevantes e baseadas em dados concretos. (Thiollent, 2011).

Esse diagnóstico permitiu identificar as áreas que necessitavam de intervenção e orientou o desenvolvimento das ações que compuseram o produto educacional. Segundo Creswell (2014), a pesquisa-ação envolve a identificação de problemas reais e a implementação de soluções práticas, com o objetivo de melhorar práticas e processos.

Nesta fase, realizou-se um mapeamento abrangente da situação atual, o qual proporcionou uma visão detalhada do contexto da pesquisa-ação e das práticas vigentes entre os sujeitos envolvidos. Com base nessa análise inicial, elaborou-se um plano de ação com a finalidade de intervir na realidade diagnosticada, enquanto os resultados foram monitorados e avaliados.

c) Entrevista com professores

Com foco em compreender como as temáticas relacionadas às MCGs, fontes de energia e alternativas sustentáveis são abordadas em sala de aula, foi realizada uma entrevista com três docentes do Ensino Médio. Os professores participantes lecionam as disciplinas de Geografia, Biologia e Química, e foram selecionados pela relevância desses componentes curriculares na abordagem interdisciplinar e na integração de temas socioambientais críticos. As entrevistas foram norteadas por um roteiro composto por perguntas abertas (APÊNDICE D), metodologia que, segundo Minayo (2012), permite explorar as percepções dos entrevistados em profundidade e captar nuances que outros métodos não evidenciam.

O roteiro da entrevista incluiu os seguintes questionamentos:

1. De que forma os livros didáticos adotados na escola abordam a temática fontes de energia?
2. Como os livros didáticos tratam as MCGs?
3. De que maneira você trabalha essas temáticas em sala de aula?
4. Os estudantes demonstram resistência ao estudar fontes de energia e/ou MCGs?
5. Quais são as principais dificuldades encontradas na abordagem desses temas?

6. A escola desenvolve ações ou projetos para fomentar atitudes ambientais responsáveis entre os estudantes?

A escolha da entrevista como técnica de coleta de dados segue as recomendações de Gil (2010), que destaca a eficácia desse método na obtenção de informações qualitativas sobre experiências e práticas pedagógicas. A aplicação de perguntas abertas justificou-se pela necessidade de captar as diferentes perspectivas dos docentes, considerando que, na prática educativa, o contexto e a subjetividade influenciam significativamente o processo de ensino e aprendizagem (TRIVIÑOS, 2012).

A análise dos dados foi conduzida com base na metodologia de análise de conteúdo, conforme sistematizado por Bardin (2016). Essa técnica permitiu identificar categorias temáticas emergentes e padrões recorrentes nas falas dos docentes, oferecendo uma compreensão mais abrangente das estratégias pedagógicas utilizadas e dos desafios enfrentados na abordagem de questões ambientais complexas.

2. 5. 2. Planejamento da Sequência didática aplicada com Estudantes

A sequência didática escolhida para a pesquisa é uma metodologia de aprendizagem que pode ser utilizada em diferentes níveis de ensino e áreas de conhecimento relacionadas às MCGs e às alternativas sustentáveis, especialmente com o uso de protótipos educacionais. Segundo Zabala (1998, p. 18), sequência didática é “um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos”. Para o autor, a sequência didática vai além de simples exercícios avulsos; ela é estruturada para promover uma aprendizagem significativa e contextualizada, engajando os estudantes de maneira progressiva e coerente.

O planejamento da sequência didática foi uma fase essencial para estruturar as etapas subsequentes da pesquisa de forma consciente, realista e contextualizada, alinhada aos objetivos de aprendizagem e às estratégias definidas neste projeto de pesquisa. De acordo com Gil (2012, p. 37), “os objetivos representam o elemento central do plano e de onde derivam os demais elementos”. A aplicação das etapas segue uma sequência didática, permitindo a progressão gradual do conhecimento do estudante, a partir de sua aproximação com o tema da pesquisa.

O pesquisador Antonio Zabala (1998, p. 55) descreve as quatro fases de aplicação de uma sequência didática, a saber: comunicação da lição, estudo individual do conteúdo, repetição do conteúdo estudado e avaliação ou nota do professor. Ao discorrer sobre as fases

de uma sequência de atividades, o autor considera que o objetivo principal dessa metodologia de ensino é:

“[...] introduzir nas diferentes formas de intervenção aquelas atividades que possibilitem uma melhora de nossa atuação nas aulas, como resultado de um conhecimento mais profundo das variáveis que intervêm e do papel que cada uma delas tem no processo de aprendizagem dos meninos e meninas.” (ZABALA, 1998, p. 54).

Sob a perspectiva da organização das aulas, a sequência didática é definida como uma estrutura simplificada, composta por um conjunto de atividades interligadas. Essas atividades exigem um planejamento que delimite cada etapa e/ou ação, com o objetivo de abordar os conteúdos das disciplinas de forma integrada, promovendo uma maior fluidez no processo de ensino-aprendizagem (OLIVEIRA, 2013, p. 39).

Segundo a autora, ao desenvolver uma sequência didática, é necessário observar alguns passos fundamentais, como: a escolha do tema, a formulação de questionamentos para a problematização do conteúdo, o planejamento dos tópicos a serem abordados, a definição dos objetivos a serem alcançados no processo de ensino-aprendizagem, a organização das atividades em sequência, além da consideração da divisão de grupos, do cronograma, dos materiais didáticos, da integração entre as atividades e da avaliação dos resultados (OLIVEIRA, 2013, p. 40).

Em suma, as seções da sequência didática visam promover uma aprendizagem ativa e significativa para os estudantes. Como reitera o pesquisador Antoni Zabala (1998, p. 54), “A sequência didática é uma ferramenta que permite organizar o processo de ensino e aprendizagem, colocando o aluno como protagonista, pois possibilita a construção do conhecimento de maneira gradativa e contextualizada.”

Dessa forma, a sequência didática “Mitigando as MCGs: Estratégia para Preservação Ambiental” foi organizada em três seções, cada uma com seus respectivos objetivos pretendidos de aprendizagem:

- **Seção 1: Vamos conversar? De olho no clima.**

Objetivo Pretendidos de aprendizagem: Compreender os conceitos fundamentais relacionados ao tempo, clima e mudanças climáticas, refletindo sobre as variações climáticas ao longo do ano.

- **Seção 2: Mas por que tanta mudança climática? Explorando as causas e consequências?**

Objetivo Pretendidos de aprendizagem: Propor situações reais para reflexão sobre as causas e consequências dos impactos ambientais decorrentes das MCGs, abordando tanto o contexto global quanto regional, e discutir formas de mitigar esses impactos.

- **Seção 3: Hora de criar e resolver.**

Objetivo Pretendidos de aprendizagem: Aprofundar as percepções dos estudantes sobre as MCGs e explorar alternativas sustentáveis, incentivando a aprendizagem criativa por meio da construção de protótipos, com o objetivo de fomentar a reflexão e a implementação de soluções viáveis para os problemas ambientais.

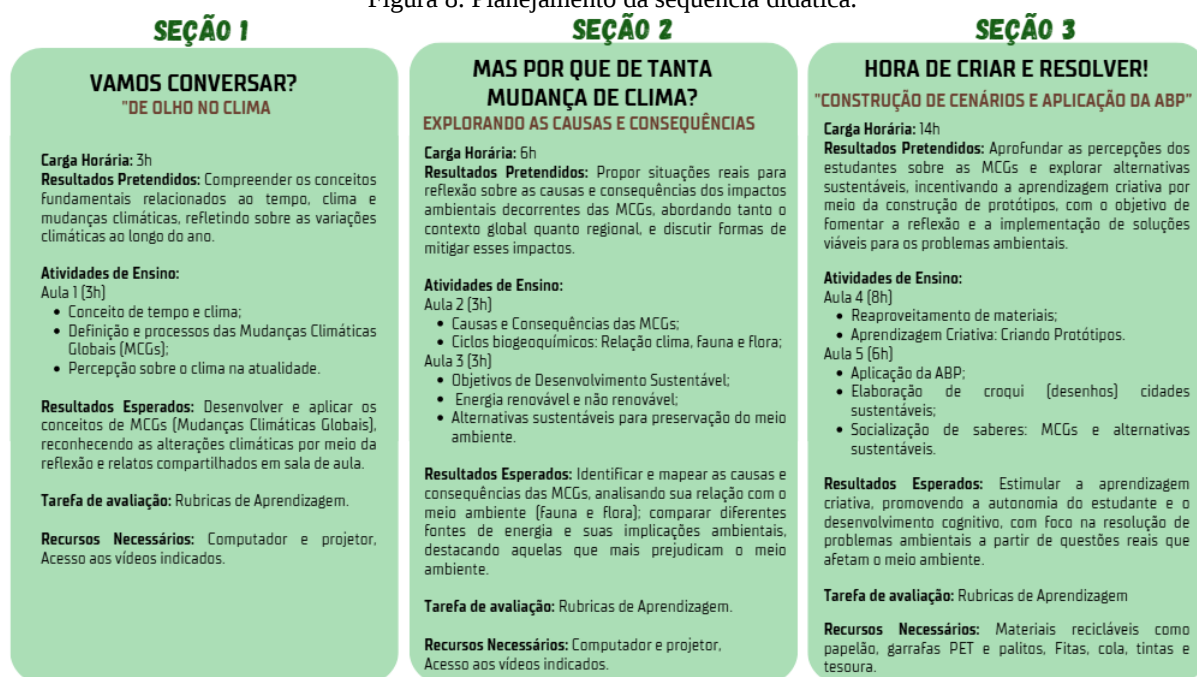
Segundo Penido e Resnick (2019), “A Aprendizagem Criativa oportuniza o desenvolvimento de uma série de competências gerais da BNCC. A principal delas é a própria criatividade, a partir do momento em que envolve os estudantes na criação de uma série de produtos, soluções, processos, estimulando que o aluno se veja como um criador, um inovador. Também desenvolve o pensamento crítico, já que os alunos questionam a realidade.”

O planejamento das aulas foi essencial para garantir um ambiente de aprendizagem eficaz e engajador, promovendo uma instrução de qualidade, personalizada e alinhada aos objetivos educacionais, e favorecendo o sucesso dos estudantes. De acordo com Libâneo (1993), o plano de aula é um instrumento que organiza, de forma sistemática, os conhecimentos, atividades e procedimentos a serem realizados em uma aula, com o objetivo de alcançar as metas estabelecidas para os alunos.

Assim, os conteúdos planejados foram estruturados nas três seções, buscando proporcionar uma aprendizagem mais profunda e significativa. A Figura 8 apresenta uma síntese do planejamento da sequência didática, destacando a centralidade do ensino e da aprendizagem ativa. Esse planejamento adota a perspectiva do Alinhamento Construtivo (AC), uma abordagem desenvolvida por Biggs (1996), que se revela essencial para garantir coesão e eficácia ao processo educacional.

O Alinhamento Construtivo integra de maneira consistente três elementos fundamentais: os **Resultados Pretendidos da Aprendizagem (RPA)**, que definem o que se espera que o estudante aprenda; as **Atividades de Ensino e Aprendizagem (AEA)**, que promovem o desenvolvimento desses resultados; e as **Tarefas de Avaliação (TA)**, que asseguram a coerência entre o que foi ensinado, aprendido e avaliado ao longo do processo educativo.

Figura 8. Planejamento da sequência didática.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A sequência didática, com carga horária total de 23 horas, foi distribuída em 5 aulas que compõem as três seções. As atividades propostas incluíram aulas expositivas dialogadas, práticas e rodas de conversa, estruturadas com o intuito de promover uma aprendizagem efetiva e contextualizada. Além disso, a estrutura progressiva e coerente das atividades busca alinhar-se ao conceito de aprendizagem situada, defendido por Lave e Wenger (1991), que destaca a importância do contexto social e cultural no processo de aprendizagem. Dessa forma, a sequência didática foi planejada para engajar os estudantes de forma ativa, promovendo um desenvolvimento cognitivo que se expande além da sala de aula.

a) Aulas expositivas dialogadas

Foram conduzidas cinco aulas expositivas dialogadas, com duração de 9 (nove) horas divididas em 3 (três) aulas cada, organizadas de maneira a mobilizar e contextualizar os conhecimentos prévios dos estudantes (Apêndice F - G). A sequência das atividades teve como foco reforçar o entendimento já estabelecido em momentos anteriores, visando um aprofundamento progressivo. Para isso, diversos recursos foram utilizados, como laptop, projetor, apresentação em *PowerPoint*, caixa de som, vídeos, quadro branco e uma variedade de materiais artísticos como cartolina, canetas coloridas e cola de artesanato, criando um ambiente de aprendizado diversificado e multimodal.

A aula expositiva dialogada, conforme Mizukami (2017), valorizava a interação entre professor e aluno, promovendo um processo educativo colaborativo. Nessa abordagem, os estudantes eram incentivados a refletir, interpretar e estabelecer conexões entre o conteúdo e suas próprias experiências, promovendo a construção ativa do conhecimento. Segundo Freire (2019), essa dinâmica crítica entre os participantes do processo educativo favorece não apenas a compreensão mais profunda do conteúdo, mas também a emancipação intelectual, preparando os alunos para atuar de maneira crítica e transformadora na sociedade.

Além disso, essa metodologia mostrou-se eficiente para promover a análise crítica e a interpretação dos temas abordados. Como destacam Moran, Masetto e Behrens (2018), o envolvimento dos alunos no debate estimulava a autonomia intelectual e o desenvolvimento de habilidades para a resolução de problemas.

b) Aulas práticas

Foram realizadas duas aulas práticas, totalizando uma carga horária de 14 (quatorze) horas, sendo 8 (oito) horas na Aula 4 e 6 (seis) horas na Aula 5, conforme o plano de aula previamente elaborado (Apêndices I e J). Os estudantes foram divididos em grupos de 04 (quatro) membros para executar as atividades, incentivando a colaboração e a troca de ideias entre os participantes.

Na Aula 4, os estudantes construíram protótipos que representavam cenários reais, diretamente relacionados aos problemas e soluções ligados às MCGs. Esses protótipos foram concebidos com base em questões ambientais, promovendo uma reflexão crítica sobre os impactos ambientais e a sustentabilidade. Segundo Oliveira e Santos (2020), o uso de atividades práticas permite que os alunos conectem teoria e prática, tornando o aprendizado mais tangível e relevante para o contexto atual.

Na Aula 5, foi aplicada a estratégia metodológica da ABP, com uso dos protótipos. Posteriormente, os estudantes desenvolveram croquis para projetar cidades mais sustentáveis e discutiram as soluções elaboradas em grupo. Conforme Moran (2015), a ABP favorece o desenvolvimento de uma aprendizagem mais ativa, pois envolve os estudantes na solução de problemas complexos e os coloca como protagonistas de seu próprio processo de aprendizagem. Além disso, a socialização dos trabalhos contribui para o desenvolvimento de habilidades como comunicação, trabalho em equipe e pensamento crítico.

As aulas práticas possibilitaram maior envolvimento e protagonismo dos estudantes, favorecendo uma aprendizagem significativa. Conforme Freire (2019), o aprendizado se torna

mais eficaz quando o aluno é agente ativo do processo, participando de atividades que refletem a realidade e promovem o desenvolvimento de uma consciência crítica.

Figura 9. Ciclo de aprendizagem da ABP (adaptado de Hmelo-Silver, 2004).

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Para avaliar o desempenho dos estudantes durante as atividades da sequência didática, utilizou-se uma rubrica de aprendizagem (Quadro 3). Neste contexto, aplicamos uma rubrica *holística*, que oferece uma visão geral do desempenho ao considerar os critérios avaliados de forma integrada (Mendonça e Coelho, 2018, p. 112).

De acordo com Mendonça e Coelho (2018), as rubricas são instrumentos eficazes para a avaliação de diversas tarefas, como a escrita de relatórios, apresentações orais,

resolução de problemas e experimentos em laboratório. Ao explicitar os critérios e resultados esperados, as rubricas oferecem uma referência clara para educadores e estudantes, facilitando a compreensão do que se espera em termos de desempenho. Dessa forma, garantem que o foco permaneça na aprendizagem, e não apenas na memorização ou no conteúdo.

A avaliação formativa, conforme proposta por Zabala (2015), deve ser integrada de maneira contínua ao processo de ensino-aprendizagem, em vez de ser um evento isolado ao final das atividades. Essa abordagem permite ajustes no andamento das aulas, possibilitando ao educador intervir de forma oportuna e eficaz. Além disso, o feedback constante ajuda os estudantes a identificarem seus pontos fortes e as áreas que necessitam de melhorias, promovendo uma cultura de autoavaliação e reflexão crítica.

Na sequência didática, a verificação da aprendizagem por meio das rubricas foi estruturada nas três ações, cada uma acompanhada de seus respectivos instrumentos de aprendizagem. Para cada aula, utilizamos uma rubrica específica (Quadro 3), preenchida pela professora pesquisadora, com o objetivo de identificar o nível de conhecimento alcançado pelos estudantes sobre a temática.

Outro instrumento para verificação de aprendizagem foi a elaboração e socialização de croquis em cartazes que simularam o planejamento de cidades sustentáveis. A partir do entendimento de alternativas sustentáveis, os estudantes aplicaram seus conhecimentos na perspectiva do desenvolvimento científico, socioeconômico e ambiental do local.

Por fim, a roda de conversa foi utilizada como um espaço para diálogo e reflexão coletiva sobre as aprendizagens obtidas. Este formato é valioso para a construção de um ambiente seguro, onde os estudantes podem compartilhar experiências e saberes.

A combinação da rubrica e da avaliação formativa contínua foi importante para a verificação da aprendizagem ao longo da sequência didática. Essas estratégias não só proporcionaram um acompanhamento eficaz do desempenho dos estudantes, mas também fomentaram um ambiente de aprendizado ativo, reflexivo e colaborativo. A implementação dessas práticas contribui para a formação de cidadãos críticos e engajados, preparados para atuar em contextos sociais complexos.

Quadro 3. Rubricas de aprendizagem.

Critério	Insuficiente (1 ponto)	Básico (5 pontos)	Proficiente (7 pontos)	Avançado (10 pontos)
Entendimento do tema: Tempo e Clima	Demonstrou compreensão mínima da proposta, com erros conceituais.	Entendeu a proposta, mas precisou consultar os materiais para participar da discussão.	Compreendeu o tema, participou da discussão com segurança, mas com limitações nas conexões.	Dominou o tema, liderou discussões e propôs pontos novos, aprofundando o debate.
Entendimento do Tema: MCGS e alternativas Sustentáveis	Compreensão insuficiente, com pouca participação ou contribuição relevante.	Mostrou algum entendimento, mas precisou consultar outros materiais para responder as perguntas	Participou ativamente e demonstrou bom conhecimento, propondo pontos pertinentes.	Dominou o tema e propôs soluções inovadoras, articulando diferentes conceitos.
Colaboração e Participação	Teve participação mínima, sem contribuir efetivamente para o trabalho.	Participou, mas suas contribuições foram limitadas e pouco engajadas.	Colaborou ativamente, propondo ideias e auxiliando na execução do trabalho.	Demonstrou liderança e facilitou a articulação de ideias, promovendo discussões significativas e coesas.
Análise crítica das questões	Não apresentou uma análise coerente ou deixou de abordar causas e consequências.	Realizou uma análise básica, mas sem aplicar os conceitos à realidade da Amazônia.	Apresentou uma análise crítica contextualizada, estabelecendo relações claras com as questões amazônicas.	Realizou uma análise profunda, conectando conceitos e propondo reflexões abrangentes e contextualizadas.
Propostas de soluções	Mostrou desinteresse na elaboração de propostas ou apresentou ideias incoerentes.	Apresentou uma proposta com pouca fundamentação ou clareza conceitual.	Propostas bem fundamentadas, mas com limitações na integração de conceitos.	Elaborou propostas viáveis e inovadoras, integrando aspectos científicos, sociais e ambientais.
Correntes ambientais	Corrente conservadora	Corrente ecoeducação	Corrente resolutive	Corrente da sustentabilidade

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Para melhor entendimento destaca-se as instruções para uso da rubrica, assim como o nível de desempenho dos descritores:

a) Entendimento do tema (Tempo, Clima, MCGs e Alternativas Sustentáveis):

Representou a capacidade do estudante de entender e explicar a proposta de acordo com os critérios estabelecidos. Observou-se a capacidade do estudante em discutir o assunto sem depender excessivamente de apoio externo.

- b) Colaboração e participação:** Considerou-se a participação do estudante em atividades em grupo, seu envolvimento ativo e a capacidade de trabalhar em equipe, já que são essenciais para um aprendizado significativo.
- c) Análise crítica das questões:** Observou-se a profundidade da análise apresentada nas respostas às perguntas. Um bom desempenho remeteu não apenas a uma simples resposta, mas também a capacidade de relacionar as questões à realidade local e global.
- d) Propostas de soluções:** Avaliou-se a criatividade e viabilidade das soluções propostas para os problemas ambientais apresentados. O estudante deveria ser capaz de fundamentar suas propostas com base nos conhecimentos adquiridos.
- e) Correntes ambientais:** Identificou-se as diferentes percepções ou abordagens para a proteção e conservação do meio ambiente.

2. 5. 3. Implementação

Os dados coletados na fase de diagnóstico permitiram avançar para a implementação da pesquisa-ação, organizada nas três seções da sequência didática, conforme o planejamento das aulas expositivas e dialogadas, abordadas nas seções. O cerne da implementação foi a promoção das melhorias planejadas, sempre atento à prática, uma vez que a transformação efetiva ocorre neste contexto. Tal abordagem requereu a adoção de novas estratégias de ensino, adaptadas às especificidades dos estudantes e do ambiente educacional.

Conforme argumenta Tripp (2005), a implementação da pesquisa-ação deve ser um processo dinâmico, no qual o educador recebe feedback contínuo e reflete sobre suas ações, possibilitando ajustes em um esforço colaborativo com os alunos. Essa reflexão contínua é imprescindível para assegurar que o ensino se mantenha pertinente e eficaz, promovendo um aprendizado significativo.

Na sequência didática, foram delineados os procedimentos, as atividades e as estratégias de ensino empregadas, incluindo o uso de protótipos educacionais para abordar a temática das MCGs e alternativas sustentáveis. As atividades práticas mostraram-se particularmente relevantes, uma vez que proporcionaram aos estudantes a oportunidade de aplicar o conhecimento em contextos reais, estimulando o desenvolvimento de soluções criativas e inovadoras.

Ademais, foram elaboradas atividades avaliativas e definidos os instrumentos de avaliação que possibilitaram a verificação da aprendizagem dos estudantes. Nesse sentido, a avaliação não foi concebida como um evento isolado, mas sim como um componente

contínuo do processo de ensino-aprendizagem, permitindo que os discentes refletissem sobre seu progresso e identificassem áreas que necessitavam de aprimoramento.

2. 5. 3. 1. Sequência didática

Seção 1: Vamos conversar? De olho no clima.

Figura 10. Seção 1 da Sequência Didática.

SEÇÃO 1

VAMOS CONVERSAR?
"DE OLHO NO CLIMA"

Carga Horária: 3h

Resultados Pretendidos: Compreender os conceitos fundamentais relacionados ao tempo, clima e mudanças climáticas, refletindo sobre as variações climáticas ao longo do ano.

Atividades de Ensino:
Aula 1: (3h)

- Conceito de tempo e clima;
- Definição e processos das Mudanças Climáticas Globais (MCGs);
- Percepção sobre o clima na atualidade.

Resultados Esperados: Desenvolver e aplicar os conceitos de MCGs (Mudanças Climáticas Globais), reconhecendo as alterações climáticas por meio da reflexão e relatos compartilhados em sala de aula.

Tarefa de avaliação: Rubricas de Aprendizagem

Recursos Necessários: Computador e projetor, Acesso aos vídeos indicados.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Aula 1: Nesta primeira seção, realizou-se a mobilização dos conhecimentos prévios dos estudantes, com o objetivo de promover a compreensão dos conceitos de tempo, clima e mudanças climáticas, além de incentivar uma reflexão crítica sobre as alterações climáticas observadas ao longo dos anos, conforme os resultados pretendidos (Figura 10). Segundo Santos (2021), é essencial que os alunos compreendam as diferenças entre tempo, fenômeno atmosférico momentâneo, e clima, padrão atmosférico observado ao longo de períodos mais extensos. Além disso, o estudo das mudanças climáticas, como explica Ribeiro (2020), envolve tanto a análise dos fenômenos naturais quanto das ações antrópicas, que aceleram o aquecimento global e a instabilidade climática.

Para apoiar esse processo de aprendizagem, utilizou-se o vídeo do canal do YouTube “Com Ciência”, que apresenta de maneira clara e didática as distinções entre tempo e clima, ilustrando como essas mudanças impactam a vida no planeta, conforme Figura 11. Conforme reforça Pereira (2019), o uso de recursos audiovisuais na educação contribui significativamente para a construção de uma aprendizagem significativa, permitindo aos estudantes não apenas absorverem o conteúdo, mas também conectarem-no a questões atuais e reais.

Figura 11. Diferença entre Tempo e Clima.



Fonte: Com Ciência, 2021.

Durante a aula 1, da seção “Vamos conversar? De olho no clima.” Exploramos primeiramente as concepções dos estudantes sobre as MCGs. Posteriormente, utilizamos *slides* abordando conceitos básicos (Figura 12), para ilustrar as diversas dimensões desse fenômeno, que são fundamentais para a compreensão das causas e consequências das MCGs. Essas mudanças referem-se a transformações a longo prazo nos padrões climáticos da Terra, resultantes principalmente das atividades humanas, como a emissão de gases de efeito estufa, desmatamento e urbanização (EXAME, 2023; Nações Unidas, 2023). Para complementar a discussão, assistimos ao vídeo “Mudanças Climáticas” do INPE (2012), que apresenta uma visão clara sobre o aquecimento global e suas consequências, como a elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos. É importante ressaltar que as MCGs afetam diretamente a saúde humana, a segurança alimentar e a infraestrutura das comunidades, especialmente nas regiões mais vulneráveis (Nações Unidas, 2023).

Figura 12. Aula expositiva dialogada.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A estratégia utilizada na aula foi expositiva dialogada, com foco na apresentação do conteúdo e na participação ativa dos estudantes, considerando seus conhecimentos prévios. Em relação a essa metodologia, destaca-se que "é uma estratégia que vem sendo proposta para superar a tradicional palestra docente" (ANASTASIOU; ALVES, 2003, p. 86), ou seja, o professor conduz os alunos a questionar, interpretar e discutir o objeto de estudo, rompendo com o modelo tradicional de ensino, no qual apenas o docente apresenta o conteúdo, e os estudantes limitam-se a escutar.

Durante esse período, estiveram presentes 58 estudantes (ANEXO A). Conversamos sobre suas percepções acerca das alterações climáticas e do conceito de MCGs, conforme ilustrado na Figura 13.

Figura 13. Momento de conversa sobre os temas.



Fonte: Acervo Pessoal, 2024.

Entre os questionamentos que motivaram os estudantes para o diálogo, estavam:

1. Tempo e Clima é o mesmo evento?

2. Você já parou para refletir sobre como era o clima há uns dois anos e como está agora? Percebeu se mudou algo?
3. O que significa de MCGs?

Com base nessas percepções, foi realizado a verificação de aprendizagem dos estudantes empregando uma rubrica de aprendizagem com o critério "**Entendimento do Tema: Tempo e Clima**" (Quadro 3), que inclui descritores de desempenho que indicam o nível de aprendizado e a pontuação dos estudantes. Os critérios foram os seguintes: 1) Demonstrou compreensão mínima da proposta, com erros conceituais (Insuficiente - 1 ponto); 2) Entendeu a proposta, mas precisou consultar os materiais para participar da discussão (Básico - 5 pontos); 3) Compreendeu o tema, participou da discussão com segurança, mas com limitações nas conexões (Proficiente - 7 pontos); e 4) Dominou o tema, liderou discussões e propôs pontos novos, aprofundando o debate. (Avançado - 10 pontos).

Seção 2: Mas por que de tanta mudança climática? Explorando as causas e consequências?

Figura 14. Seção 2 da Sequência Didática.

SEÇÃO 2

MAS POR QUE DE TANTA MUDANÇA DE CLIMA? EXPLORANDO AS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Carga Horária: 6h

Resultados Pretendidos: Propor situações reais para reflexão sobre as causas e consequências dos impactos ambientais decorrentes das MCGs, abordando tanto o contexto global quanto regional, e discutir formas de mitigar esses impactos.

Atividades de Ensino:

Aula 2 (3h)

- Causas e Consequências das MCGs;
- Ciclos biogeoquímicos: Relação clima, fauna e flora;

Aula 3 (3h)

- Objetivos de Desenvolvimento Sustentável;
- Energia renovável e não renovável;
- Alternativas sustentáveis para preservação do meio ambiente.

Resultados Esperados: Identificar e mapear as causas e consequências das MCGs, analisando sua relação com o meio ambiente (fauna e flora); comparar diferentes fontes de energia e suas implicações ambientais, destacando aquelas que mais prejudicam o meio ambiente.

Tarefa de avaliação: Rubricas de Aprendizagem

Recursos Necessários: Computador e projetor, Acesso aos vídeos indicados.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Esta seção contemplou duas aulas que foram desenvolvidas (Figura 14), as quais foram:

Aula 2: Para esta aula, conforme planejamento (APÊNDICE G), foram propostos novos questionamentos e apresentadas mídias audiovisuais, como vídeos com pesquisas recentes, que destacavam as principais causas e consequências das MCGs. Segundo Santos e Pereira (2022), o uso de recursos midiáticos no ambiente educacional contribui para uma maior compreensão dos fenômenos contemporâneos, uma vez que "os vídeos despertam o interesse dos alunos ao ilustrar o impacto real das mudanças climáticas, tornando o tema mais acessível e próximo de suas realidades" (SANTOS; PEREIRA, 2022, p. 47).

Para iniciar a aula dialogada, os estudantes foram estimulados com a seguinte pergunta: "*Por que falar de mudanças climáticas?*" (Figura 15). Esse tipo de abordagem inicial, conforme ressaltam Silva e Gomes (2021), é essencial para envolver os alunos em temas complexos, uma vez que "as perguntas iniciais promovem uma reflexão crítica, incentivando a participação ativa dos estudantes e criando um ambiente propício para o diálogo e a construção coletiva do conhecimento" (SILVA; GOMES, 2021, p. 112).

Figura 15. Material de apoio para aula dialogada.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Após a discussão inicial, foram exibidos dois vídeos que exploram as causas e consequências das MCGs (Figura 16). O primeiro, intitulado "*Causas do aquecimento global e como combatê-lo*" (Toda Matéria, 2021), apresentou as principais fontes de emissão de

gases de efeito estufa e possíveis estratégias de mitigação. Nesse contexto, embasado nas pesquisas de Carlos Nobre (2023), o pesquisador alerta que a manutenção das emissões nos níveis atuais pode intensificar eventos climáticos extremos.

O segundo vídeo, "*Entenda as consequências do desmatamento na Amazônia*" (Estadão, 2021), destacou os impactos do desmatamento, especialmente na Amazônia, onde o desflorestamento contribui significativamente para o aumento da temperatura global e a perda da biodiversidade. Nobre (2023) reitera em suas pesquisas que a região corre o risco de alcançar um ponto de inflexão, transformando-se em uma savana, o que resultaria em sérias perdas de biodiversidade e impactos climáticos globais.

Figura 16. Uso de recurso midiático (vídeos).



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Além das informações sobre as causas e consequências das MCGs, foram abordadas as relações desses impactos nos ciclos biogeoquímicos, fundamentais para a manutenção dos ecossistemas terrestres e aquáticos. Discutiui-se, por exemplo, como a alteração no ciclo do carbono, causada pelo aumento das emissões de dióxido de carbono, afeta diretamente o equilíbrio entre os processos de fotossíntese e respiração, impactando tanto a flora quanto a fauna. Esses impactos não só prejudicam a biodiversidade, mas também interferem nos serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do clima e o fornecimento de alimentos.

A discussão foi ainda mais aprofundada ao conectar o tema das MCGs com conteúdo de outras disciplinas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. O objetivo foi mostrar a interdisciplinaridade inerente ao estudo das mudanças climáticas, destacando, por exemplo, a relação entre a química atmosférica (no estudo dos gases de efeito estufa), a biologia (no entendimento das respostas adaptativas de espécies e ecossistemas) e a geografia (na análise dos impactos espaciais e sociais). Essas conexões interdisciplinares foram exploradas no material didático apresentado na Figura 17, que oferece uma visão integrada do tema e ilustra

como a degradação ambiental afeta de maneira sistêmica os componentes bióticos e abióticos da Terra.

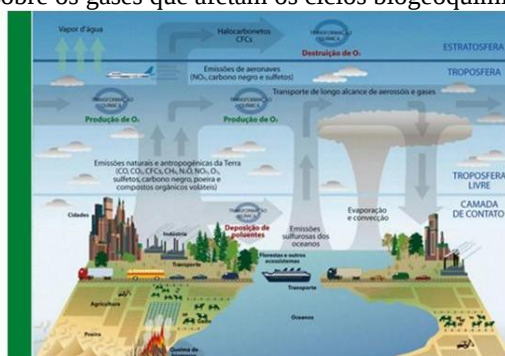
De acordo com Rebouças (2018), "os ciclos biogeoquímicos são cruciais para a sustentabilidade da vida no planeta, e as perturbações provocadas pelas atividades humanas têm gerado desequilíbrios que podem ser irreversíveis" (REBOUÇAS, 2018, p. 91). A apresentação dessa perspectiva foi fundamental para que os estudantes entendessem a magnitude dos impactos ambientais e como eles reverberam em diversas áreas do conhecimento.

Figura 17. Material elaborado para explanação sobre os gases que afetam os ciclos biogeoquímicos.

Principais Gases de Efeito Estufa

- Dióxido de Carbono [CO₂]
- Metano [CH₄]
- Óxido Nitroso [N₂O]
- Clorofluorcarboneto [CFC]

- Hexafluoreto de Enxofre [SF₆]
- Perfluormetano [CF₄]
- Perfluoretano [C₂F₆]
- Hidrofluorcarbonos [HFC]



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Ao final da aula, os estudantes identificaram e discutiram sobre os grandes impactos das MCGs em diferentes áreas. Em relação à saúde, foram destacados os efeitos no aumento das doenças respiratórias, devido à piora na qualidade do ar, e a proliferação de mosquitos transmissores de arboviroses, como dengue, zika e chikungunya, que se intensificam com o aumento da temperatura e mudanças nos padrões de precipitação (CONFALONIERI et al., 2014). Essas condições criam ambientes propícios para a expansão de doenças tropicais em regiões anteriormente menos afetadas.

No que diz respeito à alimentação, os estudantes comentaram sobre a interferência das MCGs na produção agrícola, incluindo a diminuição da produtividade devido a secas prolongadas e eventos climáticos extremos, além da maior vulnerabilidade das plantações às pragas e doenças agrícolas (IPCC, 2021). Esse cenário compromete a segurança alimentar, especialmente em regiões que dependem da agricultura de subsistência.

Em relação à fauna e flora, foram discutidos o desmatamento, a queima de florestas e a extinção de espécies animais, agravados pela emissão de gases de efeito estufa e pela destruição de habitats naturais. Como resultado, ecossistemas inteiros estão sendo

degradados, colocando em risco a biodiversidade e a capacidade das espécies de se adaptarem às rápidas mudanças ambientais (WILSON, 2016).

Os estudantes também mencionaram os impactos das MCGs nas populações humanas, com destaque para as comunidades indígenas, que são diretamente afetadas pela destruição de seus territórios e recursos naturais, ameaçando seus modos de vida e seus direitos. Segundo Santos (2020), as populações indígenas "dependem diretamente dos recursos naturais para sua subsistência e cultura, e as mudanças climáticas exacerbam os conflitos sobre a posse e uso da terra" (SANTOS, 2020, p. 35). Além disso, a intensificação de eventos climáticos, como secas e inundações, aumenta a vulnerabilidade de comunidades em áreas de risco, forçando migrações e comprometendo sua segurança e bem-estar.

Aula 3: Conforme o planejamento elaborado (APÊNDICE H), esta aula foi dedicada à mobilização dos estudantes em torno de investigações sobre duas questões centrais: "*O que os órgãos governamentais e autoridades internacionais falam e planejam para minimizar as MCGs?*" e "*Quais alternativas sustentáveis, tanto individuais quanto coletivas, podem ser desenvolvidas?*".

Para enriquecer a discussão, foram utilizados materiais audiovisuais, incluindo figuras e vídeos, que facilitaram a compreensão dos estudantes. O vídeo exibido para fomentar o diálogo e reflexão foi "*Acordo de Paris para as Mudanças Climáticas*" (WWF-Brasil, 2016) (Figura 18), que detalhou o que é a Conferência das Partes (COP) e apresentou os principais países signatários do Acordo de Paris. O vídeo também explicou os objetivos do tratado, que visa limitar o aumento da temperatura global a 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e promover ações de mitigação e adaptação às mudanças climáticas (UNFCCC, 2015).

A utilização desse material permitiu que os estudantes entendessem o papel importante de acordos internacionais no enfrentamento das MCGs e como as nações estão comprometidas em adotar práticas sustentáveis. Além disso, o debate foi enriquecido com a apresentação de alternativas práticas, como a redução do uso de combustíveis fósseis, a adoção de energias renováveis e o incentivo a práticas sustentáveis no cotidiano, tanto em nível individual quanto em iniciativas comunitárias. Como destaca Sachs (2015), "a transição para uma economia sustentável depende não só de decisões políticas, mas também da mobilização de toda a sociedade para promover mudanças de comportamento e de consumo" (SACHS, 2015, p. 98).

Figura 18. Material audiovisual sobre ações preventivas e alternativas sustentáveis.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

O segundo vídeo representando na Figura 19, teve o objetivo de explicar ações preventivas, abordou o tema “Objetivos de Desenvolvimento Sustentável: O que são os ODS?” (Agenda, 2021). Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) constituem um conjunto de 17 metas globais estabelecidas pela Organização das Nações Unidas (ONU) e seus Estados-membros, como parte da Agenda 2030, com o propósito de enfrentar desafios em três dimensões fundamentais: social, econômica e ambiental (ONU, 2015).

Os ODS abrangem questões de grande relevância, como a erradicação da pobreza (ODS 1), a promoção da saúde e bem-estar (ODS 3), a ação climática (ODS 13) e a proteção da vida terrestre (ODS 15). Durante a explanação, os estudantes puderam compreender a interligação entre as mudanças climáticas e outros desafios globais, uma vez que as consequências das MCGs podem agravar a pobreza, impactar a produção de alimentos e intensificar crises relacionadas à segurança alimentar e à saúde pública (UN, 2021).

O vídeo também ressaltou a importância das ações preventivas e mitigatórias no contexto das MCGs, enfatizando o papel que governos, instituições e indivíduos desempenham no alcance das metas propostas pela ONU até 2030. Foram discutidas práticas como o consumo sustentável, o uso de fontes de energia renováveis, a promoção da educação ambiental e o fortalecimento da justiça climática. Como salienta Sachs (2015), "os ODS são um roteiro essencial para que possamos enfrentar de maneira equilibrada os desafios da sustentabilidade, integrando crescimento econômico, inclusão social e proteção ambiental" (SACHS, 2015, p. 123).

Figura 19. Material audiovisual sobre os ODS.



Fonte: Smile and Learn, 2021.

Com base nas atividades realizadas nas Aulas 2 e 3, conforme previsto na Seção 2 da sequência didática, foi aplicada uma rubrica de aprendizagem para avaliar o desempenho dos estudantes. O critério empregado foi "**Compreensão do Tema: MCGs e Soluções Sustentáveis**", com descritores específicos para identificar o nível de compreensão e atribuir a pontuação adequada: 1) Compreensão insuficiente, com pouca participação ou contribuição relevante (Insuficiente - 1 ponto); 2) Mostrou algum entendimento, mas precisou consultar outros materiais para responder as perguntas (Básico - 5 pontos); 3) Participou ativamente e demonstrou bom conhecimento, propondo pontos pertinentes (Proficiente - 7 pontos); e 4) Dominou o tema e propôs soluções inovadoras, articulando diferentes conceitos (Avançado - 10 pontos).

Seção 3: Hora de criar e resolver.

Esta Seção 3 é composta por duas aulas, numeradas como 4 e 5, que focam nos momentos de prática, estímulo à criatividade e desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Figura 20. Seção 3 da Sequência Didática.

SEÇÃO 3

HORA DE CRIAR!

"CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E APLICAÇÃO DA ABP"

Carga Horária: 14h

Resultados Pretendidos: Aprofundar as percepções dos estudantes sobre as MCGs e explorar alternativas sustentáveis, incentivando a aprendizagem criativa por meio da construção de protótipos, com o objetivo de fomentar a reflexão e a implementação de soluções viáveis para os problemas ambientais.

Atividades de Ensino:

Aula 4 (8h)

- Reaproveitamento de materiais;
- Aprendizagem Criativa: Criando Protótipos.

Aula 5 (6h)

- Aplicação da ABP;
- Elaboração de croqui (desenhos) cidades sustentáveis;
- Socialização de saberes: MCGs e alternativas sustentáveis.

Resultados Esperados: Estimular a aprendizagem criativa, promovendo a autonomia do estudante e o desenvolvimento cognitivo, com foco na resolução de problemas ambientais a partir de questões reais que afetam o meio ambiente.

Tarefa de avaliação: Rubricas de Aprendizagem

Recursos Necessários: Materiais recicláveis como papelão, garrafas PET e palitos. Fitas, cola, tintas e tesoura.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Aula 4: Na quarta aula, cujo roteiro está contido no APÊNDICE I, foi utilizado o tempo integral dos estudantes para a construção de protótipos educacionais, os quais foram posteriormente empregados na estratégia da ABP. A confecção dos protótipos educacionais constituiu uma atividade dentro de uma abordagem pedagógica centrada na aprendizagem criativa (Figura 20), que visou promover o engajamento dos estudantes por meio de experiências práticas, fomentando a criatividade, a imaginação e a colaboração.

A construção de protótipos representou uma ferramenta pedagógica de notável relevância, pois possibilitou que os estudantes concretizassem conceitos abstratos, transformando-os em objetos tangíveis. Essa prática não apenas facilitou a simulação de cenários reais, mas também contribuiu para uma aprendizagem mais significativa e conectada ao contexto cotidiano. Como observa Papert (1991), "a construção de objetos concretos permite que os estudantes reflitam sobre seus processos de pensamento, tornando a aprendizagem mais profunda e envolvente" (PAPERT, 1991). Assim, ao relacionar os conteúdos teóricos com a prática, os protótipos educacionais favoreceram o desenvolvimento de habilidades essenciais, como o pensamento crítico, a resolução de problemas e a tomada de decisões em contextos simulados.

Essa abordagem ativa promoveu a protagonização do estudante em seu próprio processo de aprendizagem, encorajando-o a explorar soluções criativas para problemas complexos. Ademais, a construção de protótipos estimulou a colaboração e o trabalho em equipe, uma vez que o processo criativo requer a troca de ideias, o debate e a construção coletiva de conhecimento.

Como parte da sequência didática, foi elaborado um plano específico (Figura 21) que orientou os estudantes na coleta de materiais recicláveis destinados à confecção dos protótipos educacionais. O uso de materiais recicláveis não apenas reforçou a consciência ambiental dos discentes, mas proporcionou uma oportunidade para a aprendizagem interdisciplinar, conectando os conteúdos de MCGs à realidade socioambiental. Dessa forma, a atividade integrou elementos teóricos e práticos, promovendo um aprendizado dinâmico e contextualizado.

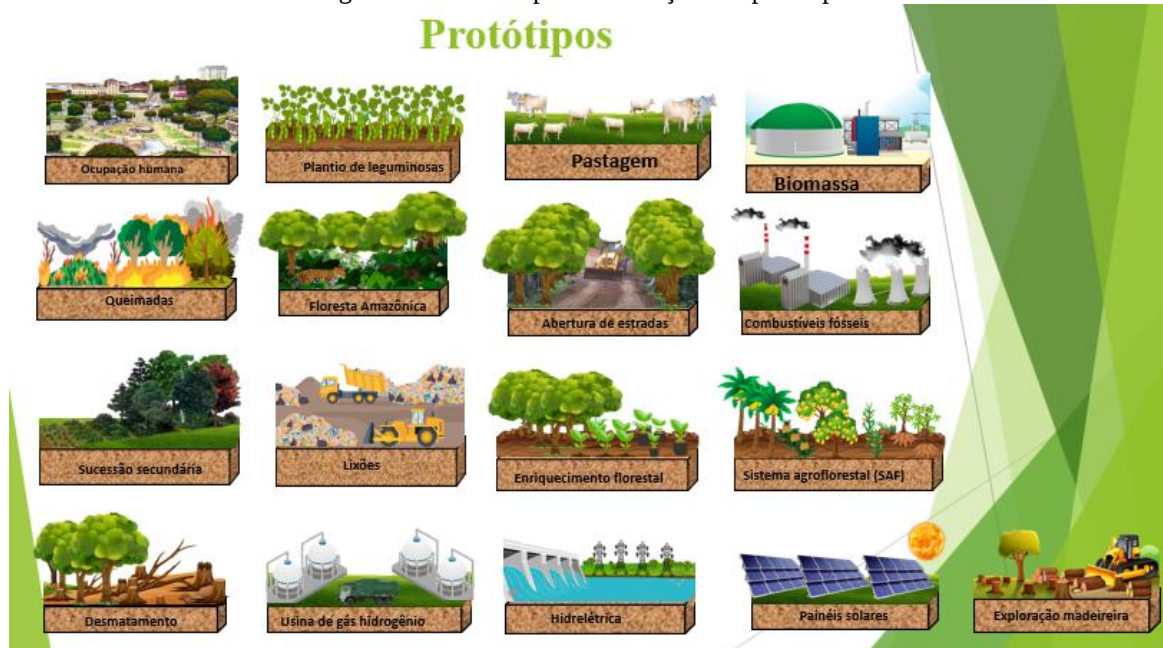
Figura 21. Plano da aula criativa da aula criativa.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Para orientar a construção dos protótipos, foi disponibilizado material de apoio contendo imagens que representam cenários reais, classificadas em duas categorias: sustentáveis e não sustentáveis, conforme ilustrado na Figura 22.

Figura 22. Modelos para construção dos protótipos.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Seguiu-se a proposta da aprendizagem criativa, conforme ressalta Mitchel Resnick (2014), pesquisador do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*). Ele defende que a associação entre criatividade e aprendizagem, como frequentemente ocorre na Educação Infantil, deveria ser igualmente aplicada ao Ensino Fundamental e Médio na busca pelo conhecimento. Resnick introduz a ideia do "*Lifelong Kindergarten*" (Jardim da Infância para toda a vida), que integra atividades de pesquisa e a criação às disciplinas do currículo, capacitando os estudantes a descobrirem soluções para os desafios do cotidiano e tornando a aprendizagem mais significativa.

Nesse contexto, a pesquisa para esta aula fundamentou-se em quatro elementos essenciais da aprendizagem criativa, conhecidos como os 4 Ps: Projetos, Parcerias, Paixão e Pensar Brincando. Os **Projetos** referiram-se à aprendizagem ativa, em que os estudantes trabalharam colaborativamente e compartilharam conhecimentos. As **Parcerias** incentivaram o intercâmbio de ideias e a colaboração, promovendo apoio mútuo nas atividades. A **Paixão** esteve relacionada ao envolvimento dos alunos em projetos que despertaram seu interesse. Por fim, o **Pensar Brincando** propôs que a aprendizagem ocorresse por meio de experiências lúdicas, permitindo aos estudantes testarem novas ideias e manipular diferentes materiais de forma divertida (Figura 23).

Figura 23. Desenvolvimento da Aula criativa.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Os estudantes analisaram e selecionaram os cenários a serem produzidos, organizando-se em equipes de quatro. Durante esse processo, a metodologia proporcionou uma imersão intensa dos estudantes na dinâmica da sequência didática, incentivando a construção dos protótipos educacionais de forma colaborativa (Figura 24). Esse processo visou o fortalecimento do protagonismo dos estudantes, permitindo-lhes experimentar a aprendizagem ativa enquanto desenvolviam suas ideias.

Figura 24. Momento de criação dos protótipos.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

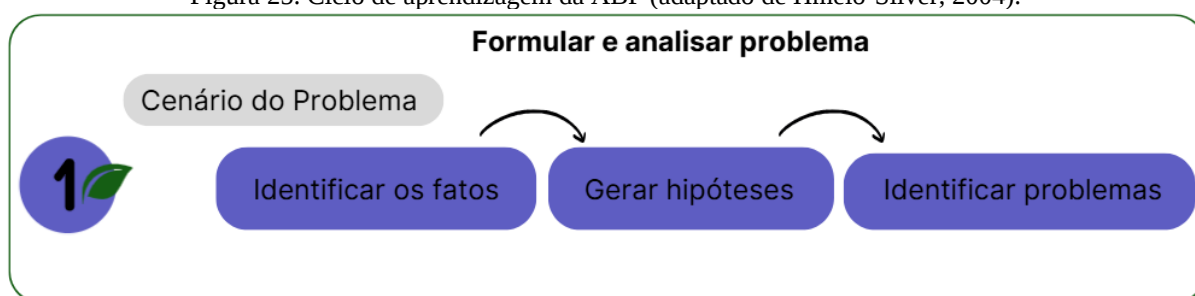
Ao final da aula, os estudantes trabalharam em colaboração para a elaboração das peças, seguindo o que havia sido proposto na sequência didática. As equipes foram incentivadas a aplicar suas ideias criativas e o conhecimento adquirido nas aulas anteriores.

Aula 5: Nesta aula, conforme o planejamento descrito no APÊNDICE J, o objetivo foi fomentar a reflexão dos estudantes sobre a interconexão entre os protótipos elaborados

durante o processo de montagem das peças, por meio da estratégia metodológica da ABP. Essa abordagem pedagógica concentrou-se na identificação de problemas em contextos complexos, fundamentados na vida real, e na busca de soluções viáveis. Segundo Savin-Baden (2010), "a ABP permite que os alunos desenvolvam habilidades de pensamento crítico e de resolução de problemas ao abordar questões do mundo real em um contexto colaborativo" (SAVIN-BADEN, 2010, p. 12). Além disso, é implementada em pequenos grupos de estudantes, denominados grupos tutoriais, que são supervisionados por um professor atuando como tutor.

Esses grupos operam em uma estrutura que integra ciclos de aprendizagem, conforme descrito por Lopes *et al.* (2019), que destacam que "os ciclos de aprendizagem consistem em fases de problematização, discussão e reflexão que promovem um entendimento mais profundo dos conteúdos abordados" (LOPES *et al.*, 2019, p. 48). Para a realização da atividade, os participantes foram divididos em duas turmas de 29 estudantes, com a aplicação da ABP em horários diferentes devido à grande quantidade de estudantes. Conforme o modelo apresentado na Figura 25, a ABP foi estruturada em três momentos distintos.

Figura 25. Ciclo de aprendizagem da ABP (adaptado de Hmelo-Silver, 2004).



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Assim, o **primeiro momento** (Figura 26) consistiu na formulação e análise do problema. Após a apresentação da situação-problema, utilizando "cards" impressos, os grupos foram orientados a: 1) identificar as informações fornecidas no cenário do problema e explorar os conhecimentos prévios de cada membro sobre a temática em questão; 2) esboçar ideias iniciais, gerando hipóteses para a resolução do problema central; e 3) determinar as informações que consideravam essenciais para abordar a questão levantada.

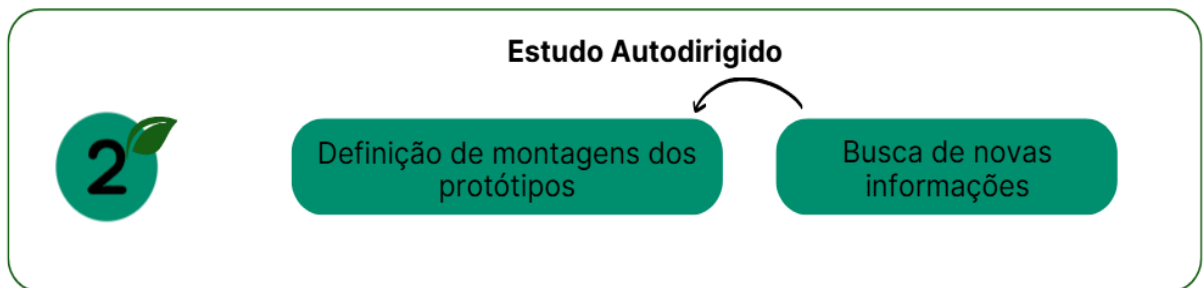
Figura 26. Primeiro momento do percurso da ABP.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

O **segundo momento** (Figura 27) do ciclo de aprendizagem da ABP introduziu o conceito de estudo autodirigido, caracterizado pela aprendizagem individual e proativa.

Figura 27. Segundo momento do percurso da ABP.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Neste estágio, os estudantes identificaram informações importantes a serem analisadas, visando uma compreensão mais abrangente do problema (Figura 28). Este processo envolveu a busca por alternativas sustentáveis e a definição dos elementos necessários para a montagem dos protótipos que iriam representar cenários específicos. Segundo Savin-Baden (2010), "a aprendizagem autodirigida permite que os alunos se tornem agentes ativos no seu processo de aprendizagem, desenvolvendo habilidades críticas e analíticas" (SAVIN-BADEN, 2010, p. 89).

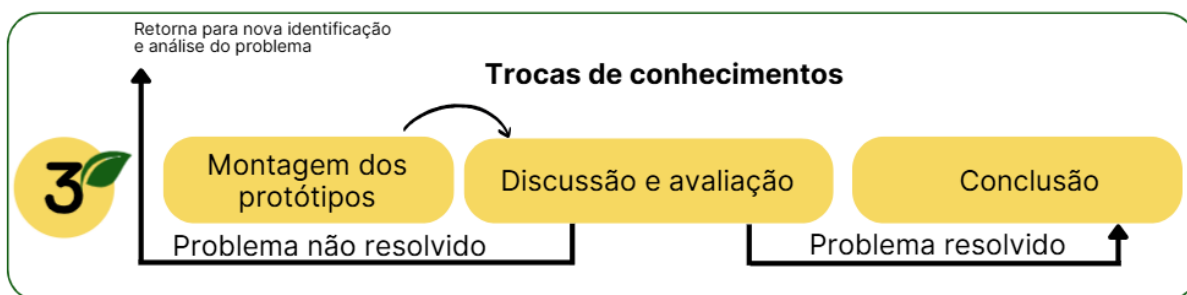
Figura 28. Segundo momento do percurso da ABP.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

No **terceiro momento** (Figura 29) da ABP, os estudantes reuniram-se novamente, agora com um conjunto de informações novas e relevantes que poderiam ser aplicadas.

Figura 29. Terceiro momento do percurso da ABP.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Durante este encontro, compartilharam ideias, debateram e avaliaram suas conclusões. Após a finalização da montagem dos protótipos, cada grupo apresentou suas montagens para os demais estudantes da turma, justificando as escolhas feitas e explicando a conexão entre os protótipos e as alternativas sustentáveis apresentadas para o problema abordado (Figura 30).

Figura 30. Terceiro momento do percurso da ABP.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A interligação entre os protótipos constituiu uma forma estimulante de explorar o tema das MCGs de maneira interativa, permitindo aos estudantes exercitarem uma ampla gama de habilidades cognitivas, sociais e afetivas. De acordo com Krajcik e Shin (2014), "a construção de protótipos e a realização de simulações são atividades que permitem aos alunos conectarem conceitos teóricos a aplicações práticas, enriquecendo sua compreensão do mundo real" (KRAJCIK; SHIN, 2014, p. 67). Abaixo, são apresentadas as situações- problema, intituladas "*Perguntas Start*", que foram utilizadas durante a ABP (Quadro 4). A "situação-problema" é um conceito central em metodologias ativas de ensino, como a ABP. Trata-se de uma situação ou desafio real ou fictício, normalmente complexa, que é apresentada aos estudantes para que eles possam investigar, explorar e resolver durante o processo de aprendizagem. A ideia é promover a aprendizagem ativa, instigando a curiosidade dos estudantes e desenvolvendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, e trabalho em equipe.

Quadro 4. Perguntas Start.

Questão	Perguntas Start
1	<i>“A Amazônia enfrenta uma seca que pode bater recordes e superar as estiagens mais devastadoras já registradas. Só no estado do Amazonas, 24 municípios estão em situação de emergência, e 34 em alerta, segundo boletim divulgado na terça. Isso ocorre porque há um aquecimento elevado das águas do oceano Atlântico Tropical Norte, maior do que em outros anos, segundo Gilvan Sampaio, coordenador-geral de Ciências da Terra do Inpe (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais) ...”</i> Fonte: https://noticias.uol.com.br/meio-ambiente/ultimas-noticias/redacao/2023/10/04/seca-historica-regiao-norte.htm. (2023)

	Observando o cenário apresentado, identifique o(s) protótipo(s) (cenário) que representa uma das causas que contribui para o fato exposto na reportagem. Para vocês, qual a melhor proposta para a região viabilizando a sustentabilidade e a diminuição da emissão de gases do efeito estufa?
2	<i>“O governo federal pretende concluir a operação de privatização da Eletrobras e construir oito gasodutos no País para viabilizar a implantação de novas usinas termelétricas, provavelmente na segunda quinzena de julho. Pedro Luiz Côrtes, professor da Escola de Comunicações e Artes (ECA) e do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da USP, afirma ao Jornal da USP no Ar 1ª Edição que a decisão do governo vai de contramão da adoção de fontes de energia renováveis e limpas. “</i> Fonte: https://jornal.usp.br/atualidades/construcao-de-novas-usinas-termelétricas-pelo-governo-vai-na-contramão-da-cop-26/ (2022) Analisando o fato exposto, o representante de estado decidiu construir uma usina de gás natural, visando o crescimento econômico da população local. Porém, para a construção da usina, ele desmatou grande área verde. Do seu ponto de vista ambiental, esta atitude é correta? Identifique os protótipos (cenários) que correspondem ao fato mencionado e responda qual proposta você utilizaria para a recuperação desta área, levando em consideração o cultivo de árvores nativas exóticas e substituição da usina de gás natural.
3	<i>“A Amazônia tem a maior floresta tropical do mundo e é considerada a maior biodiversidade do planeta, mas tem enfrentado as consequências do desflorestamento nos últimos anos.</i> <i>De agosto de 2021 a julho de 2022, o desmatamento na Amazônia ultrapassou 8,5 km², conforme apuração divulgada pelo Inpe. Esse é o terceiro maior registro da série histórica, iniciada em 2015.”</i> Fonte: https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/desmatamento-no-brasil (2023). Para vocês, qual seria o cenário que representa alternativa viável para a recuperação dessas áreas?
4	<i>“Em 64% dos municípios brasileiros, todo o lixo produzido é jogado em terrenos que não passam por nenhum tipo de controle. Os lixões contaminam o solo e a água, além de representar risco à saúde.”</i> Fonte: https://pet.agro.ufg.br/n/6966-faltam-aterros-sanitarios-no-brasil. Monte o cenário que representa a alternativa viável e sustentável, levando em consideração o reaproveitamento de resíduos orgânicos disponíveis.
5	<i>“Quase 40% da extração de madeira na Amazônia é irregular, segundo estudo conduzido pela Rede Simex, que reúne várias instituições de pesquisa</i>

	<i>da região. O trabalho revela ainda que pelo menos 15% da retirada ilegal ocorreu dentro de áreas protegidas, como terras indígenas e unidades de conservação....”</i> Fonte: https://noticias.uol.com.br/ultimas-noticias/agencia-estado/2022/10/19/amazonia-tem-quase-40-de-extracao-de-madeira-ilegal-diz-estudo.htm As árvores da Amazônia são bem cobiçadas por vários locais do mundo, para comercialização de madeiras e outros produtos. Isto colabora para uma exploração ilegal na região, sem nenhuma fiscalização. Esta atividade colabora na retirada da cobertura vegetal, que funciona como uma barreira, deixando o solo exposto, o que leva o processo erosivo a acontecer de forma mais intensa. Como podemos recuperar estas áreas afetadas pela exploração madeireira?
6	<i>[...] “Manaus está encoberta por uma "onda de fumaça" decorrente de queimadas que vem ocorrendo nos municípios de Autazes e Careiro, segundo o Ibama. [...] De acordo com o superintendente do órgão no Amazonas, Joel Araújo, o fenômeno é causado por agropecuaristas.[...].</i> Fonte: https://g1.globo.com/am/amazonas/noticia/2023/10/12/amazonas-tem-pior-outubro-de-queimadas-dos-ultimos-25-anos.ghtml. (2023) Sobre a região Amazônica, em uma determinada área de queimadas, qual técnica poderá ser utilizada para recuperá-la, visando aumentar a biodiversidade aos níveis naturalmente encontrados no ecossistema de referência e que pode ser realizado por meio de sementes ou de mudas? Identifique os protótipos e monte um cenário que corresponda à alternativa sustentável.

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Após a apresentação das situações-problema (*Perguntas Start*), os estudantes em comum acordo combinaram os protótipos (Figura 31) com base em suas percepções e análises. Durante este processo, destacaram as alternativas mais viáveis para cada cenário problemático, justificando suas escolhas ao estabelecer conexões entre as diferentes unidades dos protótipos. Esse tipo de interação não apenas fortalece a compreensão do conteúdo abordado, mas também promove habilidades críticas e reflexivas, fundamentais para a formação de cidadãos conscientes e engajados (LIMA *et al.*, 2020).

Figura 31. Montagem do cenário sustentável.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Durante este momento (Figura 32), exploramos os impactos dos cenários simulados nos aspectos físico, químico e biológico, permitindo uma análise detalhada de como as atividades humanas alteram o equilíbrio ambiental.

Figura 32. Explicação dos impactos vistos nos protótipos.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A seguir (Quadro 5), apresentou-se uma análise detalhada de cada cenário representado nos protótipos educacionais, destacando as interações complexas entre os fatores físico, químico e biológico.

Quadro 5. Interações físico, químico e biológico dos protótipos educacionais.

Protótipo Educacional	Aspectos
Ocupação humana	Físico: Expansão urbana e impermeabilização do solo reduzem a infiltração de água, intensificando enchentes. espécies locais. Químico: Emissão de poluentes atmosféricos, como óxidos de nitrogênio e dióxido de carbono, agravando o efeito estufa. Biológico: Perda de biodiversidade devido à fragmentação de habitats e à pressão antrópica sobre as espécies locais.
Exploração Madeireira	Físico: Alteração na estrutura do solo, aumentando a erosão e a compactação. Químico: Redução no sequestro de carbono pela perda de árvores maduras. Biológico: Diminuição da diversidade de espécies arbóreas e consequente impacto em cadeias alimentares.
Pastagem	Físico: Compactação do solo por pisoteio, dificultando a regeneração vegetal. Químico: Aumento da emissão de metano pela fermentação entérica de ruminantes. Biológico: Substituição de ecossistemas biodiversos por monoculturas de gramíneas.
Abertura de Estradas	Físico: Fragmentação de habitats e aumento da erosão do solo. Químico: Poluição por metais pesados e combustíveis derivados de veículos. Biológico: Facilitação da invasão de espécies exóticas e aumento da mortalidade de fauna por atropelamento.
Desmatamento	Físico: Alteração do microclima local e redução da cobertura vegetal protetora. Químico: Liberação de carbono armazenado e redução da capacidade de resiliência climática. Biológico: Destruição de habitats, levando à perda de espécies e degradação de serviços ecossistêmicos.
Queimadas	Físico: Degradação do solo e perda de nutrientes essenciais. Químico: Emissão de carbono, óxidos de nitrogênio e material particulado. Biológico: Destruição direta de habitats e redução drástica da biodiversidade.
Lixões	Físico: Alteração na topografia local devido ao acúmulo de resíduos. Químico: Emissão de gases como metano e lixiviados contaminantes. Biológico: Impacto negativo sobre a fauna e flora locais devido à poluição.
Combustíveis Fósseis	Físico: Degradação do solo e contaminação de águas subterrâneas durante a extração. Químico: Liberação de CO₂, SO₂ e outros gases poluentes, agravando o efeito estufa e a chuva ácida. Biológico: Danos à saúde humana, com aumento de doenças respiratórias, e redução da biodiversidade por desastres ambientais, como derramamentos de petróleo.
Usina de Gás Hidrogênio	Físico: Alta eficiência de armazenamento e transporte de energia. Químico: Emissões nulas quando gerado por fontes renováveis, ajudando na redução de poluentes atmosféricos. Biológico: Redução da poluição do ar, beneficiando a saúde humana e a biodiversidade.
Biomassa	Físico: Utiliza resíduos orgânicos, reduzindo a pressão sobre aterros e melhorando o uso do solo. Químico: Emissões de CO₂ são neutras se o ciclo de replantio for sustentável, reduzindo o impacto climático. Biológico: Promove a reciclagem de resíduos e pode enriquecer o solo com nutrientes, beneficiando ecossistemas locais.

Painéis Solares	Físico: Não requer grandes mudanças no ambiente e pode ser instalado em áreas urbanas ou rurais. Químico: Produz energia sem emissões de poluentes, contribuindo para a redução dos gases de efeito estufa. Biológico: Melhora a qualidade do ar, beneficiando a saúde e preservando a biodiversidade.
Hidrelétricas	Físico: Geração de energia renovável e controle de inundações, com aproveitamento dos reservatórios para abastecimento de água. Químico: Não emite poluentes atmosféricos, contribuindo para a redução da pegada de carbono. Biológico: Substitui fontes poluentes, preservando a biodiversidade e gerando benefícios econômicos locais.
Plantio de Leguminosas	Físico: Melhoria na estrutura do solo pela fixação biológica de nitrogênio. Químico: Aumento da fertilidade natural do solo, reduzindo a necessidade de fertilizantes químicos. Biológico: Estímulo à diversidade microbiana no solo, favorecendo a saúde do ecossistema agrícola.
Sucessão Secundária	Físico: Recuperação gradual da cobertura do solo, diminuindo a erosão. Químico: Reabsorção de carbono atmosférico por novas plantas em crescimento. Biológico: Restauração de habitats e recolonização por espécies nativas.
Sistema Agroflorestal (SAF)	Físico: Conservação do solo e controle da erosão pela presença de árvores. Químico: Sequestro de carbono atmosférico pelas espécies arbóreas. Biológico: Criação de ecossistemas diversificados, promovendo a coexistência de diferentes espécies.
Enriquecimento florestal	Físico: Melhoria na capacidade de retenção hídrica do solo. Químico: Aumento do estoque de carbono nas áreas restauradas. Biológico: Reintrodução de espécies nativas, contribuindo para a recuperação ecológica e aumento da resiliência dos ecossistemas.
Floresta Amazônica	Físico: Redução da umidade atmosférica devido ao desmatamento, impactando o ciclo hidrológico regional e aumentando a ocorrência de secas. Químico: Liberação de grandes quantidades de carbono devido à queima de biomassa. Biológico: Extinção de espécies endêmicas e comprometimento de interações ecológicas.

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Em seguida, os estudantes foram incentivados a elaborar croquis (desenhos) que refletissem suas percepções e conhecimentos adquiridos, com foco na concepção de cidades sustentáveis. Esta atividade buscou integrar os eixos científico, socioeconômico e ambiental, proporcionando uma visão holística do planejamento urbano sustentável (SOUZA; PEREIRA, 2021). Os croquis elaborados pelos estudantes são ilustrados na Figura 33, evidenciando a aplicação prática dos conceitos discutidos durante a aula.

Figura 33. Elaboração de desenhos sobre cidades sustentáveis.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Após a criação dos desenhos, dois representantes de cada equipe foram convidados a apresentar suas propostas para a turma (Figura 34). Nesse momento, compartilharam suas percepções sobre os desenhos elaborados, discutindo as estratégias de planejamento para a construção de cidades sustentáveis. Esse exercício de apresentação e discussão foi essencial para o desenvolvimento de competências de comunicação e argumentação, que são essenciais no contexto educacional contemporâneo (MARTINS; FONSECA, 2022).

Figura 34. Socialização de desenhos (Cidades sustentáveis).



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Por fim, a Figura 35 registra o final da aula com os estudantes da E. E. Maria Madalena Santana de Lima envolvidos na implementação da sequência didática, marcando o encerramento da aplicação do projeto de pesquisa.

Figura 35. Estudantes participantes.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Nesse sentido, para de avaliar a aprendizagem desenvolvida nas aulas 4 e 5, conforme delineado na Seção 3, foram adotados quatro critérios de avaliação (Quadro 3), por meio de rubricas de aprendizagem, com o objetivo de mensurar o desempenho dos estudantes em aspectos fundamentais para a compreensão e análise das questões ambientais. Segundo Luckesi (2011), a avaliação deve ser vista como um processo contínuo e dinâmico que contribui para o desenvolvimento crítico dos estudantes, integrando conhecimento e prática.

O primeiro critério destas seções, "**Colaboração e Participação**", avaliou a dinâmica de trabalho em grupo, utilizando os seguintes descritores: 1) Teve participação mínima, sem contribuir efetivamente para o trabalho (Insuficiente - 1 ponto); 2) Participou, mas suas contribuições foram limitadas e pouco engajadas (Básico - 5 pontos); 3) Colaborou ativamente, propondo ideias e auxiliando na execução do trabalho (Proficiente - 7 pontos); e 4) Demonstrou liderança e facilitou a articulação de ideias, promovendo discussões significativas e coesas (Avançado - 10 pontos). A participação colaborativa, segundo Johnson e Johnson (2009), é essencial para a construção coletiva do conhecimento e o desenvolvimento de habilidades socioemocionais, fundamentais no contexto educacional contemporâneo.

O segundo critério, "**Análise crítica das questões**", avaliou a capacidade dos estudantes de refletir sobre as causas e consequências das questões ambientais apresentadas. Para essa avaliação, foram utilizados os seguintes descritores: 1) Não apresentou uma análise coerente ou deixou de abordar causas e consequências (Insuficiente - 1 ponto); 2) Realizou uma análise básica, mas sem aplicar os conceitos à realidade da Amazônia (Básico - 5 pontos); 3) Apresentou uma análise crítica contextualizada, estabelecendo relações claras com as questões amazônicas (Proficiente - 7 pontos); e 4) Realizou uma análise profunda, conectando conceitos e propondo reflexões abrangentes e contextualizadas (Avançado - 10 pontos). Essa abordagem dialoga com as reflexões de Morin (2001), que destaca a importância da contextualização do conhecimento e da análise crítica para a formação de cidadãos conscientes das complexidades ambientais.

O terceiro critério, "**Propostas de soluções**", foi aplicado durante a elaboração dos protótipos sustentáveis, utilizando a metodologia da ABP. Os descritores para esse critério foram: 1) Mostrou desinteresse na elaboração de propostas ou apresentou ideias incoerentes (Insuficiente - 1 ponto); 2) Apresentou uma proposta com pouca fundamentação ou clareza conceitual (Básico - 5 pontos); 3) Propostas bem fundamentadas, mas com limitações na integração de conceitos (Proficiente - 7 pontos); e 4) Elaborou propostas viáveis e inovadoras, integrando aspectos científicos, sociais e ambientais (Avançado - 10 pontos). De acordo com Silva e Moraes (2019), a ABP é uma estratégia eficaz para o desenvolvimento de soluções práticas e aplicáveis a problemas reais, estimulando o pensamento crítico e a interdisciplinaridade.

Por fim, o quarto critério, "**Correntes ambientais**", buscou identificar a percepção dos estudantes acerca de três abordagens principais relacionadas ao meio ambiente: 1) Corrente conservadora; 2) Corrente preservacionista; 3) Corrente resolutiva; e 4) Corrente da sustentabilidade. Essas correntes estão enraizadas nas discussões contemporâneas sobre sustentabilidade, que, de acordo com Veiga (2007), visam equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação dos recursos naturais e o bem-estar social.

Esses critérios permitiram uma avaliação abrangente, conforme sugere Luckesi (2011), valorizando tanto o aspecto cognitivo quanto o desenvolvimento de competências socioemocionais e ambientais, imprescindíveis para a formação integral dos estudantes.

2.5.4. Avaliação

Para a avaliação do percurso metodológico da sequência didática, além das rubricas de aprendizagem como avaliação contínua, realizou-se uma roda de conversa (Figura 36),

escolhida como estratégia para reforçar a relevância do objeto de estudo. Esse tipo de abordagem, conforme Creswell (2010, p. 26), “[...] é um meio para explorar e entender o significado que os indivíduos ou grupos atribuem a um problema social ou humano”. A escolha do local para essa atividade levou em consideração o espaço físico e o número de participantes, sendo o auditório da escola o ambiente mais adequado. Essa configuração favoreceu a criação de um espaço propício para o diálogo, onde os estudantes se sentiram confortáveis para compartilhar suas percepções, refletir sobre o conteúdo abordado e participar de discussões em grupo.

A roda de conversa é amplamente reconhecida como uma ferramenta pedagógica eficaz para fomentar a reflexão crítica e a construção coletiva do conhecimento. Segundo Freire (1996), o diálogo é essencial para a prática educativa, pois promove a interação entre educador e educandos, permitindo que ambos aprendam e ensinem simultaneamente. Nesse sentido, o ambiente colaborativo estabelecido durante a roda de conversa favoreceu a participação ativa dos estudantes, que puderam expressar suas opiniões, ouvir as ideias dos colegas e contribuir para um entendimento mais profundo da temática tratada durante a sequência didática.

Além disso, o uso de métodos qualitativos, como a roda de conversa, possibilitou a captura de percepções subjetivas e experiências individuais, elementos fundamentais para a compreensão da aprendizagem significativa. Minayo (2001) afirma que as metodologias qualitativas, especialmente em contextos educativos, são fundamentais para interpretar a complexidade das interações humanas e os processos de construção de conhecimento. Dessa forma, a roda de conversa proporcionou um momento de interação e diálogo, essencial para que os estudantes pudessem internalizar e articular suas compreensões sobre o tema trabalhado.

Figura 36. Roda de conversa.



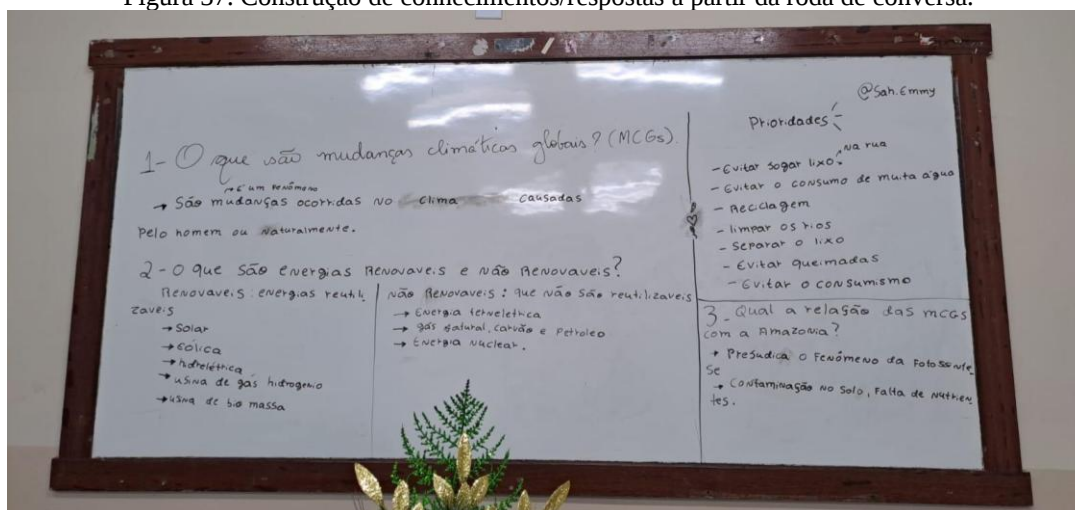
Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Como aponta Creswell (2010), “as perguntas de pesquisa orientam a coleta e a análise de dados e são essenciais para guiar a discussão em grupos focais e rodas de conversa, assegurando que os objetivos do estudo sejam alcançados” (CRESWELL, 2010, p. 64). Nesse sentido, as questões que nortearam a roda de conversa foram as seguintes:

1. O que são mudanças climáticas (MCs)?
2. O que são energias renováveis e não renováveis?
3. Quais medidas individuais e coletivas podem ser adotadas para minimizar os impactos das mudanças climáticas globais (MCGs)?
4. Qual a relação entre as mudanças climáticas e a Amazônia?

Abaixo (Figura 37), apresentamos o quadro preenchido pelos estudantes durante a roda de conversa.

Figura 37. Construção de conhecimentos/respostas a partir da roda de conversa.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

2. 5. 5. Análise dos dados

A análise dos dados foi realizada a partir da comparação entre os resultados do diagnóstico inicial e os obtidos na verificação da aprendizagem, após a intervenção pedagógica. Para a organização e tratamento dos dados quantitativos, referentes às perguntas objetivas, utilizou-se o software *Microsoft Excel*, que possibilitou a tabulação, análise e a criação de gráficos. Esses gráficos foram essenciais para facilitar a interpretação dos resultados e identificar tendências de desempenho dos estudantes ao longo da sequência didática.

No que diz respeito às questões subjetivas, os dados foram coletados por meio de entrevistas com professores e rodas de conversa com os estudantes. As entrevistas com

professores buscaram levantar informações sobre como a temática das MCGs e alternativas sustentáveis é abordada em sala de aula. A análise das questões subjetivas seguiu um processo sistemático, com etapas como: organização dos dados, categorização com base na frequência de termos recorrentes, codificação, síntese, seleção de unidades de contexto e inferência. Esse processo de análise qualitativa foi pautado nos procedimentos descritos por Bardin (2016), que destacam a importância da categorização e inferência para extrair significados relevantes do material coletado.

2. 5. 6. Verificação da Aprendizagem

A verificação da aprendizagem dos estudantes foi avaliada durante a aplicação das atividades, por meio de rubricas de aprendizagem. Ao final de cada aula da sequência didática, utilizou-se a rubrica de aprendizagem para acompanhar o progresso dos estudantes. No encerramento da sequência, foi promovida uma roda de conversa como estratégia de avaliação qualitativa, juntamente com a aplicação de um questionário de validação da sequência didática (Figura 38). Os questionários foram previamente elaborados, impressos e distribuídos aos estudantes para serem respondidos. O objetivo dessa etapa foi mensurar o nível de compreensão e retenção do conteúdo abordado, além de avaliar a eficácia das metodologias pedagógicas empregadas.

Figura 38. Aplicação do questionário de verificação da aprendizagem da sequência didática.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A partir deste ponto, serão analisados os resultados obtidos com a aplicação da sequência didática, com foco em compreender os impactos observados nos participantes. A discussão aprofundará as evidências levantadas nos dados coletados, permitindo refletir sobre a eficácia das atividades propostas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, apresentamos os resultados da pesquisa que investigou o uso de protótipos educacionais como estratégia para o ensino MCGs. O estudo concentrou-se em avaliar a eficácia dessa metodologia, bem como o conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema, com ênfase em fontes de energia e preservação ambiental. Os resultados emergem de um processo metodológico estruturado, que incluiu o levantamento dos saberes iniciais dos estudantes, intervenções pedagógicas (como aulas expositivas dialogadas e atividades práticas) e a verificação da aprendizagem. A análise será organizada em três fases: **diagnóstico inicial, intervenção didática e verificação da aprendizagem.**

3. 1. Diagnóstico

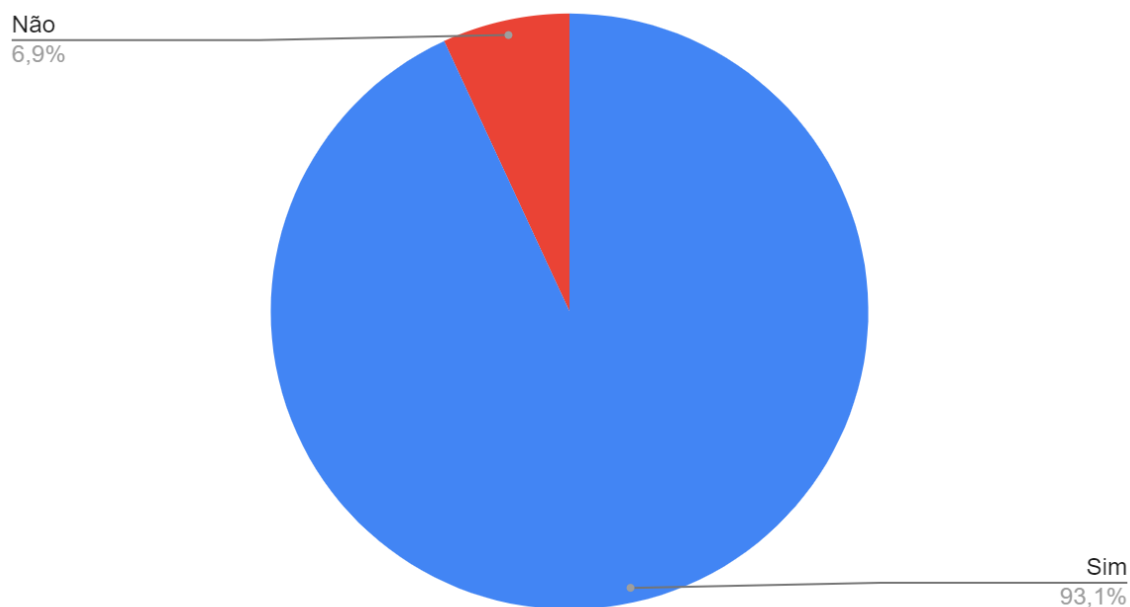
Os resultados da análise do diagnóstico inicial, apresentados no item 2.5.1, forneceram informações sobre o perfil dos 58 estudantes participantes, que orientaram o planejamento dos recursos e das ações interventivas. A etapa foi realizada por meio de um questionário, que revelou um entendimento fragmentado sobre os principais fatores relacionados às MCGs. Esse resultado corrobora a pesquisa de Nascimento e Carvalho (2019), que defendem um enfoque mais sistêmico na educação ambiental, permitindo aos estudantes entenderem as interconexões dos processos ecológicos. Com isso, percebe-se que ainda há limitações na compreensão do tema, o que destaca a necessidade de aprofundamento no ensino. Segundo Thiollent (2011), o diagnóstico faz parte da fase de planejamento na pesquisa-ação, sendo um momento preliminar crucial que antecede o detalhamento das intervenções. Ele oferece uma compreensão mais aprofundada da situação ou problema, fundamentando o desenvolvimento de um plano de ação adequado. A seguir, analisa-se a interpretação dos resultados a partir do diagnóstico inicial.

3. 1. 1. Interpretação e representação de dados dos conhecimentos prévios sobre MCGS e Alternativas Sustentáveis

Com a aplicação do questionário, observamos que a maioria dos estudantes (54 respostas, 93,3%) reconhece as alterações climáticas ao longo dos anos, conforme a pergunta: “*Você acha que o clima no mundo está mudando?*” (Figura 39). Esse dado contrasta com os 6,9% (4 respostas) dos estudantes que não percebem as mudanças no clima global. Esses dados indicam uma ampla consciência sobre as alterações no clima, mas também revela uma

pequena parcela que ainda percebe essas alterações, o que aponta para a importância de abordagens educativas que explorem essa questão de forma mais clara e acessível.

Figura 39. Percepção dos estudantes em relação ao clima.

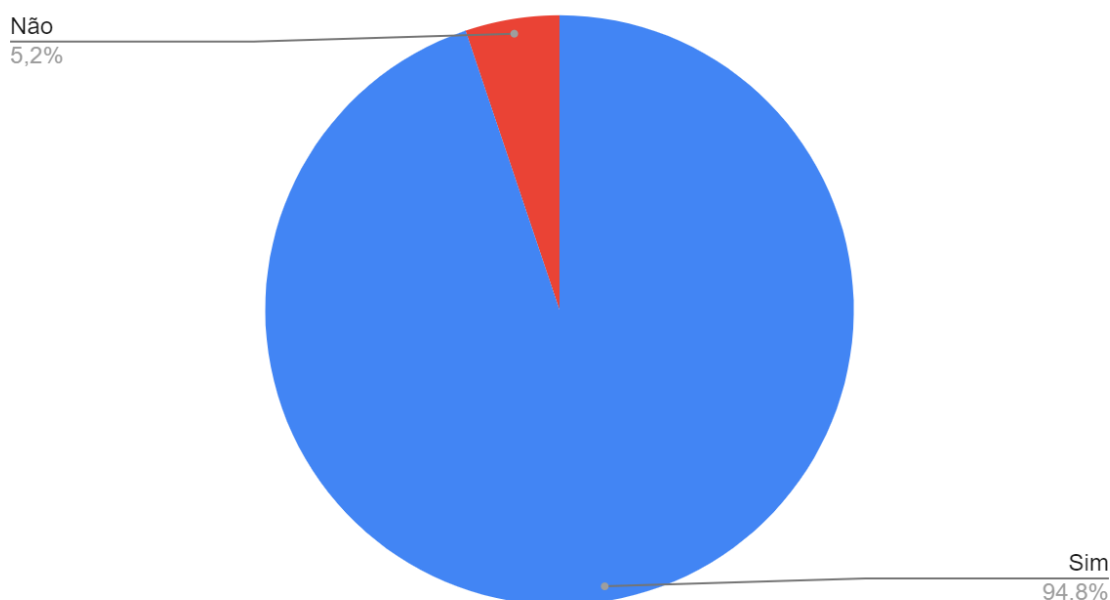


Fonte: Elaboração própria, 2024.

A percepção das pessoas sobre as variações climáticas é amplamente influenciada por suas vivências cotidianas e pela divulgação de informações em jornais e redes sociais. O secretário-geral da ONU, António Guterres, destacou que as MCGs estão fora de controle, alertando para um cenário catastrófico. Esse alerta foi feito após a Terra atingir recordes consecutivos de temperatura em junho de 2023 (AGÊNCIA BRASIL, 2023).

Ao prosseguir com a coleta de dados sobre o perfil dos estudantes, em resposta à pergunta sobre “*Você considera importante discutir sobre as MCGs?*” constatamos que a maioria acredita na existência das MCGs e considera importante discutir o tema. Conforme ilustrado na Figura 40, 55 respostas (94,8%) dos estudantes emitiram respostas positivas, enquanto 3 respostas (5,2%) acreditam que não é relevante debater sobre MCGs. Esses resultados reforçam a necessidade de aprofundar o diálogo e a educação sobre as questões climáticas entre os jovens.

Figura 40. Posicionamento dos estudantes em relação a discussão das MCGs.

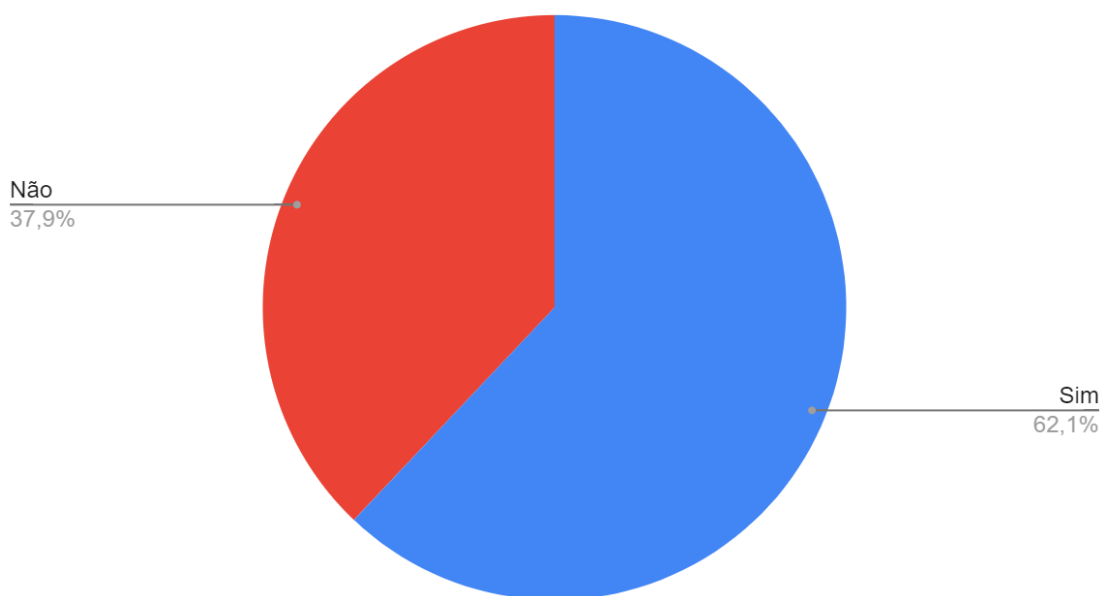


Fonte: Elaboração própria, 2024.

Segundo a UNESCO (2014), o livro “Mudança Climática em Sala de Aula” destaca um trecho do relatório do *Global Humanitarian Forum* de 2009, que se refere à "crise silenciosa" da mudança climática. De acordo com o relatório, essa crise já causa, em média, 300 mil mortes por ano, afeta gravemente 325 milhões de pessoas e deixa mais 4 bilhões em situação de vulnerabilidade. A aprendizagem sobre justiça climática abrange os dilemas éticos que envolvem a injustiça dos impactos das mudanças climáticas, que recaem de forma desproporcional sobre os países em desenvolvimento, embora esses países sejam os que menos contribuem para as emissões de gases de efeito estufa (GEE) que causam essas mudanças.

No questionamento levantado na pesquisa sobre “*Você acha que pode fazer algo para evitar as MCGs?*”, observou-se que 22 estudantes (37,9%) não dispõem de conhecimento suficiente e não se veem como agentes que contribuem para impactos negativos no clima. Esses estudantes não identificam hábitos individuais ou coletivos que possam estar ligados às MCGs, conforme mostrado na Figura 41. Isso evidencia a necessidade de um maior engajamento educacional para promover a conscientização sobre como atitudes cotidianas influenciam diretamente essas questões ambientais.

Figura 41. Respostas dos estudantes sobre atitudes individuais que evitam as MCGs.

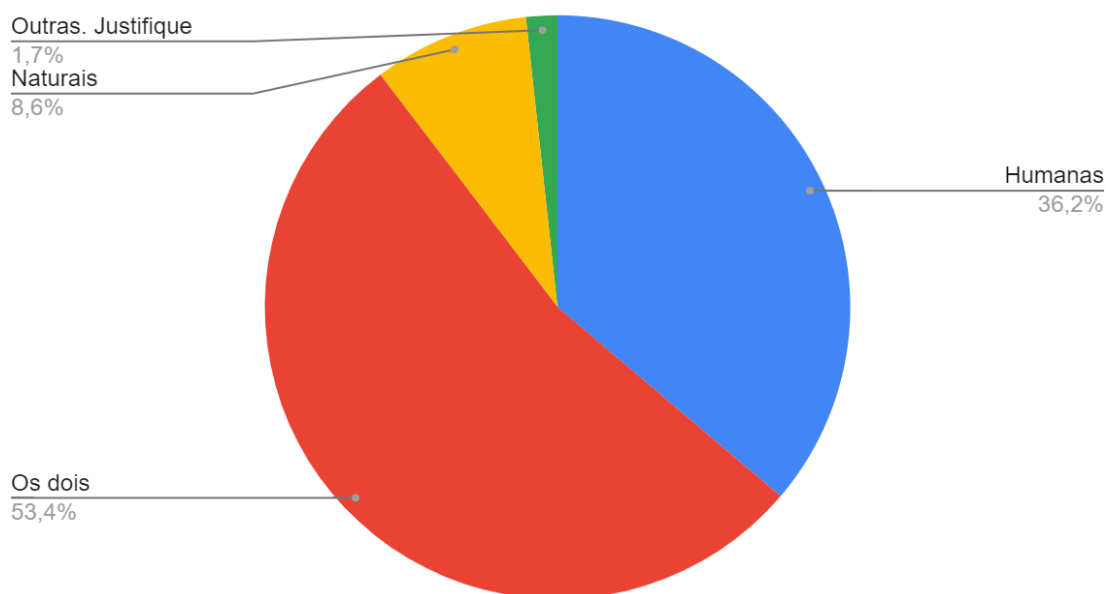


Fonte: Elaboração própria, 2024.

Jacobi (2014) afirma que “o caminho para uma sociedade sustentável se fortalece na medida em que práticas educativas, pautadas pelo paradigma da complexidade, conduzam a uma atitude reflexiva sobre a problemática ambiental, visando traduzir o conceito de ambiente na formação de novas mentalidades, conhecimentos e comportamentos.” Nesse sentido, é essencial fortalecer as ações interventivas sobre as MCGs nas salas de aula, com o objetivo de sensibilizar um número maior de estudantes sobre a preservação ambiental e seu papel ativo na problemática atual.

Entretanto, os dados revelam uma diversidade de opiniões entre os estudantes sobre as causas das MCGs, com base na pergunta: “*Para você, as MCGs têm causas humanas, naturais, os dois ou outros fatores?*”. Conforme apresentado na Figura 42, 31 estudantes (53,4%) acreditam que as causas das MCGs decorrem tanto de ações naturais quanto humanas. Outros 21 estudantes (36,2%) apontam que as MCGs têm origem exclusivamente em ações humanas, enquanto 5 estudantes (8,6%) consideram que são causadas por fatores naturais. Apenas 1 estudante (1,7%), sinalizou outras justificativas. Esses dados reforçam a necessidade de uma educação mais aprofundada sobre a complexidade das causas das mudanças climáticas, ajudando os estudantes a desenvolverem uma compreensão mais abrangente e fundamentada.

Figura 42. Respostas dos estudantes em relação as causas das MCGs.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

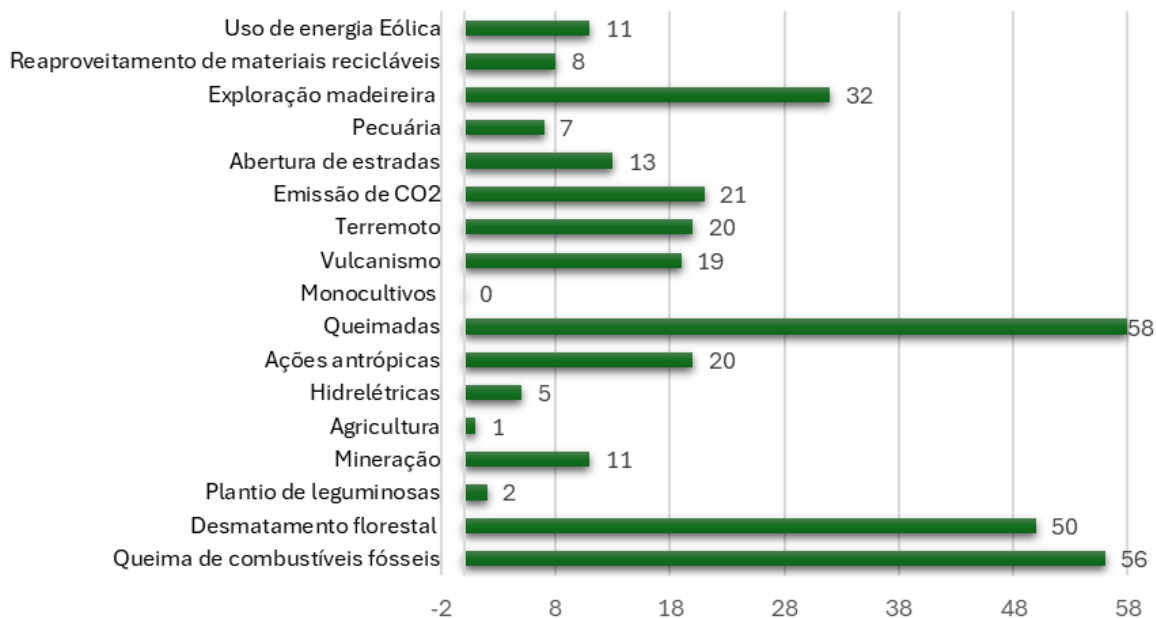
Segundo a ONU (2023), as MCGs “podem ser naturais, como variações no ciclo solar. No entanto, desde 1800, as atividades humanas têm sido o principal impulsionador das mudanças climáticas, especialmente devido à queima de combustíveis fósseis como carvão, petróleo e gás.”

Como mencionado por Tassara e Rutkowski (2008) em uma entrevista com o pesquisador Paulo Artaxo, “o clima do planeta é influenciado tanto por processos naturais quanto pela ação humana. Entre os processos naturais relevantes estão as variações no brilho do sol, as emissões de aerossóis vulcânicos e uma série de processos que alteram a biosfera do planeta. Nos últimos 150 anos, a influência humana tem se intensificado, afetando não apenas a superfície do planeta, mas também a composição da atmosfera. Particularmente nos últimos trinta anos, a concentração de gases de efeito estufa aumentou de 280 partes por milhão para 375 partes por milhão, e a concentração de metano dobrou, resultando no aquecimento global. Hoje, não há dúvida, com 95% de confiabilidade, de que a causa do aquecimento global nos últimos 150 anos é a ação humana.”

Dentro dessa perspectiva, os 58 estudantes participantes desta pesquisa identificaram diversas causas ou atividades que contribuem para as MCGs, conforme apresentado na Figura 43. A queima de combustíveis fósseis foi indicada por 56 respostas (96,6%), seguida pelo desmatamento florestal, indicado por 50 respostas (86,2%), e pelas queimadas, que foram apontadas por todos os participantes (58 respostas, 100%). As atividades elencadas refletem

as principais ações antrópicas associadas às emissões de gases de efeito estufa a nível global. A exploração madeireira foi mencionada por 32 respostas (55,2%), destacando-se como outro fator relevante nesse contexto.

Figura 43. Respostas sobre principais alternativas que indicam as causas das MCGS.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Esses dados evidenciam uma clara percepção dos estudantes sobre os impactos negativos das atividades humanas no clima. Segundo Artaxo, "as principais fontes de emissão de gases causadores do efeito estufa são a queima de combustíveis fósseis, vinda da indústria do petróleo e da energia, e a queima de florestas tropicais, como a floresta Amazônica" (AGÊNCIA BRASIL, 2023). A primeira é responsável por cerca de 80% das emissões globais, enquanto a segunda contribui com aproximadamente 20%.

As queimadas, mencionadas por todos os estudantes (58 respostas, 100%), representam um fator de impacto ambiental significativo, especialmente na Amazônia. Segundo Nobre (2019), o uso do fogo na conversão de florestas em pastagens e plantações agrava as emissões de carbono e compromete a biodiversidade local (NOBRE, 2019, p. 45). Além disso, o desmatamento associado à abertura de estradas (13 respostas, 22,4%) e à pecuária (7 respostas, 12,1%), conforme ilustrado na Figura 43, intensifica a perda de cobertura florestal, alterando o ciclo hidrológico e contribuindo para eventos climáticos extremos.

A mineração e a construção de hidrelétricas foram apontadas, respectivamente, por 11 estudantes (19%) e 5 estudantes (8,6%), na mesma Figura 43. Embora a energia

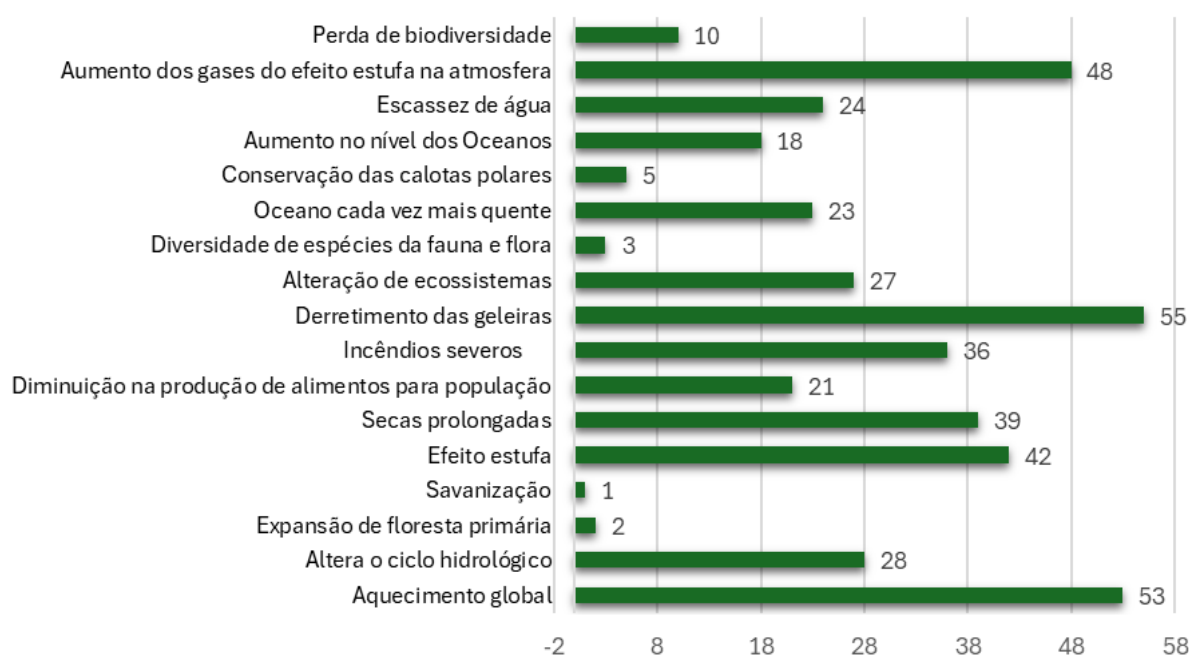
hidrelétrica seja considerada uma fonte renovável, seu impacto ambiental, sobretudo em áreas florestais, não deve ser subestimado. Fearnside (2016, p. 19) destaca que "grandes reservatórios em regiões tropicais podem liberar significativas quantidades de metano, um gás de efeito estufa mais potente que o CO₂".

Por outro lado, práticas sustentáveis, como o reaproveitamento de materiais recicláveis (8 respostas, 13,8%) e o uso de energia eólica (11 respostas, 19%), também foram mencionadas conforme mostra Figura 43. Tais ações são consideradas estratégias eficazes na mitigação dos impactos climáticos. A energia eólica é uma das fontes mais promissoras para a transição energética, contribuindo para a redução da dependência de combustíveis fósseis" (GOLDEMBERG, 2018, p. 72).

Esses resultados indicam a necessidade de uma abordagem educativa que não apenas informe sobre os fatores que contribuem para as MCGs, mas também promova práticas sustentáveis e a adoção de energias renováveis. A conscientização ambiental deve ser um eixo central das políticas educacionais, buscando formar cidadãos capazes de compreender os desafios climáticos e atuar de forma proativa na mitigação de seus impactos.

Nota-se que os estudantes ao entrarem em contato com apresentação do tema, assimilaram as consequências das MCGs com destaque para os fenômenos mais evidentes do aquecimento global e seus efeitos no meio ambiente, como mostra a Figura 44.

Figura 44. Respostas sobre principais alternativas que indicam as consequências das MCGS.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A maioria dos participantes (53 respostas, 91%) associou o aquecimento global ao derretimento das geleiras (55 respostas, 95%) e ao aumento dos gases de efeito estufa na atmosfera (48 respostas, 83%), como mostra Figura 44, reconhecendo esses fenômenos como as manifestações mais alarmantes das MCGs. Esses dados refletem uma compreensão alinhada às pesquisas científicas que apontam para o agravamento das condições climáticas globais devido ao aumento das emissões de gases de efeito estufa.

O pesquisador José Antonio Marengo, climatologista do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), afirma que "as concentrações de gases de efeito estufa estão em seu nível mais alto em dois milhões de anos", destacando a gravidade da situação climática atual e seu impacto nos sistemas naturais. Segundo Marengo (2022), o aumento das emissões de gases de efeito estufa, combinado com o desmatamento, tem contribuído para a intensificação de eventos climáticos extremos, como o derretimento das calotas polares e das geleiras, o que, por sua vez, contribui para o aumento do nível do mar. Esses fenômenos, evidenciados nas respostas dos estudantes, refletem a percepção de que as consequências do aquecimento global já estão visíveis e em aceleração.

Além disso, as respostas indicaram que os estudantes estão conscientes dos impactos diretos do aquecimento global, como secas prolongadas (39 respostas, 67%) e incêndios severos (36 respostas, 62%), consequências frequentemente associadas ao desequilíbrio climático. Em relação a essas questões, Marengo (2023) destaca que os eventos climáticos extremos, como as secas e enchentes, estão se tornando mais frequentes e intensos, com impactos devastadores sobre as comunidades e ecossistemas, especialmente em regiões como o Nordeste brasileiro e a Amazônia. A escassez de água (24 respostas, 41%) também foi mencionada como um efeito preocupante, refletindo um cenário que já afeta diversas regiões do Brasil, como a crise hídrica enfrentada em São Paulo entre 2014 e 2016 (Marengo, 2022).

De acordo com Luiz Antonio Candido e colaboradores (2021), as MCGs têm impacto direto na vida das pessoas:

Na época da Manaus antiga predominava um clima tropical quente e úmido, natural. Hoje vivemos em um clima artificial, de calor intenso, com variações contínuas nas temperaturas, pelas quais estamos todos em constante adaptação. A temperatura do ar na cidade de Manaus alcançou em 2019 o patamar de 1°C mais quente que no período entre 1985 e 2005. Pode parecer pouco, mas isso faz toda a diferença na nossa vida! Os pesquisadores estimam que em 2030 esse aquecimento chegará a 1,5°C e, em 2040, a 2°C. Ou seja, o aquecimento que demorou quase 40 anos para acontecer, vai duplicar em apenas uma década! (CANDIDO, 2021, p. 7).

O derretimento das geleiras, que foi a consequência mais citada pelos estudantes, está intimamente relacionado ao aumento das temperaturas globais, que têm acelerado a perda

de massas de gelo, especialmente nas regiões polares. A Agência Pública (2022) ressalta que esse processo não apenas contribui para o aumento do nível do mar, mas também altera a dinâmica dos ecossistemas marinhos e terrestres, com repercussões para a biodiversidade global.

A perda de biodiversidade, mencionada por 10 estudantes (17%), e a alteração de ecossistemas (27 respostas, 47%), conforme Figura 44, também foram identificadas como consequências das mudanças climáticas. A relação entre as mudanças climáticas e a destruição de habitats naturais tem sido amplamente discutida por pesquisadores do INPA, que destacam que a floresta amazônica, por exemplo, desempenha um papel crucial na regulação do clima global e na absorção de carbono. O desmatamento e a degradação ambiental, exacerbados pelas mudanças climáticas, comprometem essa função essencial, acelerando a perda de biodiversidade e o desequilíbrio ecológico (MARENGO *et al.*, 2021).

Outro ponto relevante nas respostas dos estudantes foi a percepção sobre a savanização (1 resposta, 2%) e a expansão da floresta primária (2 respostas, 3%) na mesma Figura 44, que embora menos destacadas, indicam uma conscientização sobre os processos de mudança no uso da terra, que afetam diretamente o clima local e global. O fenômeno da savanização, caracterizado pela conversão de áreas de floresta tropical em savanas, é um dos efeitos mais alarmantes das mudanças climáticas, especialmente na Amazônia, onde o desmatamento tem sido acelerado.

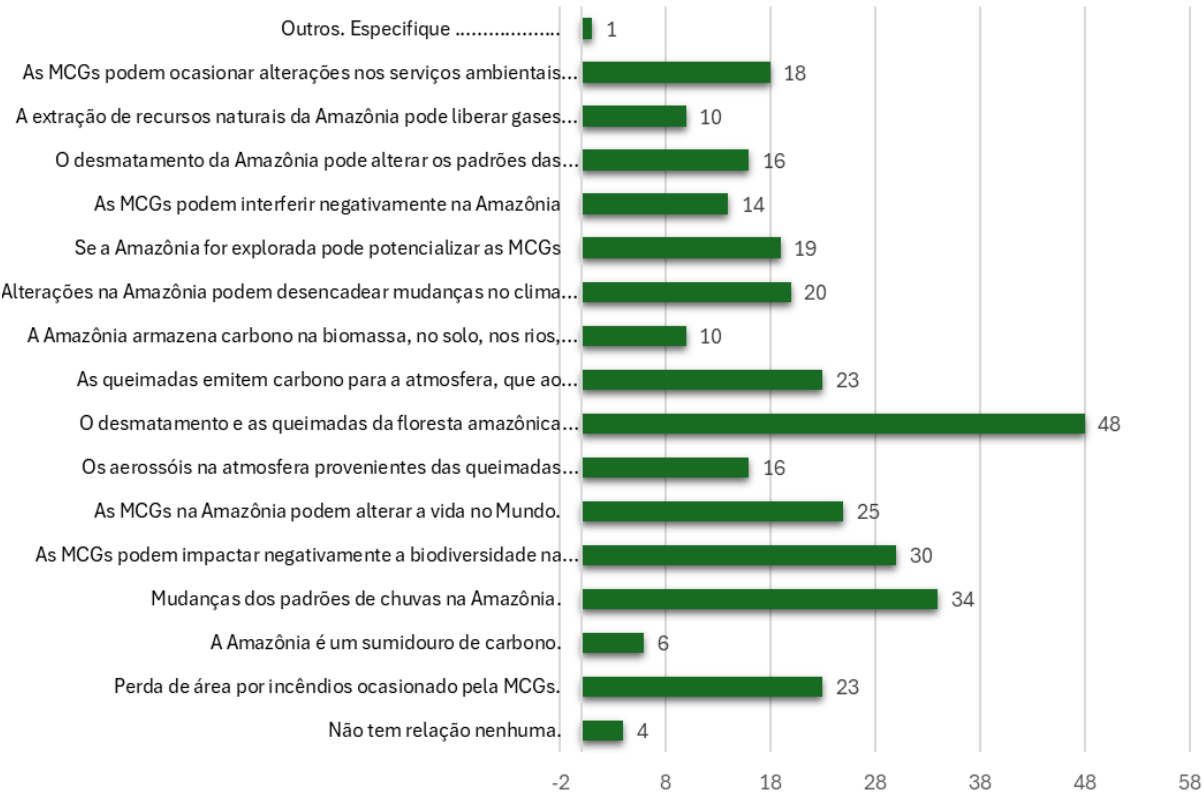
O aumento da temperatura dos oceanos, identificado por 23 estudantes (40%), é outro efeito das mudanças climáticas que merece destaque. De acordo com Marengo (2023), os oceanos estão absorvendo grande parte do calor gerado pela emissão de gases de efeito estufa, o que contribui para a elevação da temperatura da água e altera os padrões de circulação oceânica. Esse aquecimento tem implicações para os ecossistemas marinhos, incluindo a morte de recifes de corais e a alteração dos habitats de várias espécies marinhas.

A necessidade de envolver os estudantes de maneira ativa e informada sobre as mudanças climáticas e as alternativas sustentáveis é imperativa. A educação sobre as consequências das MCGs deve ser expandida, abordando não apenas os impactos ambientais, mas também as possíveis soluções e formas de mitigação, como a adoção de energias renováveis, a promoção de práticas agrícolas sustentáveis, a preservação de biomas e o fortalecimento das políticas públicas para combate ao desmatamento. Envolver os estudantes nesse processo de aprendizagem permite que eles reconheçam a importância de suas ações e das escolhas coletivas no enfrentamento dos desafios ambientais. Como sugerido por

Marengo (2022), as MCGs exigem uma ação urgente e informada, que deve ser parte integral da formação acadêmica de todos os cidadãos.

Em relação aos conhecimentos que envolvem as MCGs e a Amazônia, a análise dos dados obtidos com 58 estudantes revelou as principais preocupações e percepções sobre os impactos dessas mudanças a nível regional (Figura 45). Os itens que receberam maior destaque foram: o desmatamento e as queimadas com 48 indicações (82,76%), as mudanças nos padrões climáticos na Amazônia com 34 respostas (58,62%) e o impacto negativo das MCGs na biodiversidade da Amazônia com indicativo de 30 respostas (51,72%).

Figura 45. Percepção dos estudantes sobre a relação da MCGs com a Amazônia.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Quanto ao desmatamento e às queimadas, 82,76% dos participantes (Figura 45) reconheceram a relação direta entre essas atividades e a aceleração do aquecimento global, destacando como essas práticas alteram os ciclos biogeoquímicos. Os estudantes demonstraram uma compreensão superficial sobre como o desmatamento contribui para as emissões de gases de efeito estufa, como o CO₂. De acordo com Artaxo (2020), "a Amazônia é responsável por muito da evapotranspiração da água que alimenta o agronegócio do Brasil central e, se continuarmos com a destruição da Amazônia, como foi feito nos últimos anos,

basicamente, toda a economia brasileira vai sentir impactos muito negativos". A citação reforça a preocupação dos estudantes, que compreendem os impactos ambientais e econômicos da destruição da floresta.

Em relação às mudanças nos padrões de chuvas na Amazônia, 58,62% dos participantes (Figura 45) destacaram como essas alterações podem prejudicar tanto o equilíbrio ecológico da região quanto a agricultura e o abastecimento de água. Esse dado reflete o entendimento de parte dos estudantes sobre a importância da manutenção dos padrões climáticos da Amazônia para a estabilidade do clima regional. Além disso, 27,59% dos participantes (16 respostas) destacaram que os aerossóis formados pelas queimadas interferem diretamente nas chuvas, evidenciando a compreensão sobre o papel complexo das queimadas na modulação do clima.

No que diz respeito ao impacto das MCGs na biodiversidade da Amazônia, 51,72% dos estudantes (Figura 45) expressaram preocupação com a perda de espécies e com os efeitos adversos para os ecossistemas locais. Esse dado é corroborado por Barbosa *et al.* (2021), que discutem a relação entre as mudanças climáticas e o aumento da vulnerabilidade da fauna e flora amazônicas. As MCGs podem afetar diretamente os habitats naturais e os serviços ecossistêmicos da região, prejudicando a diversidade biológica da Amazônia.

Adicionalmente, 43,10% dos participantes (25 respostas) afirmaram que as MCGs na Amazônia podem alterar o clima de outras regiões, demonstrando um reconhecimento das implicações globais desses processos. Artaxo (2020) também enfatiza que a destruição da Amazônia tem impactos além da região, afetando os padrões climáticos de várias partes do mundo, especialmente no contexto da dinâmica dos ciclos de carbono e água.

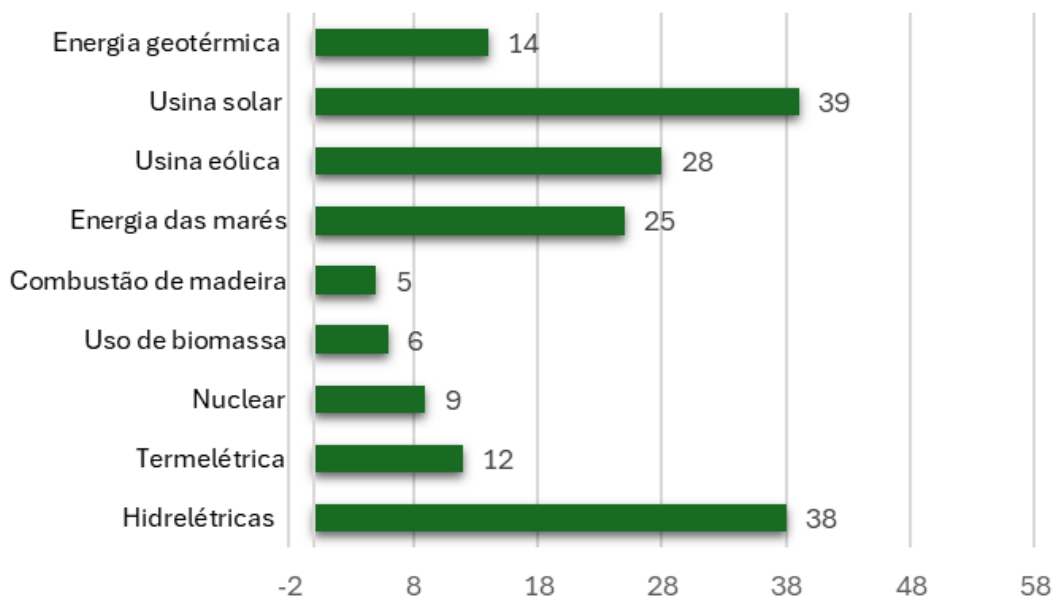
Por fim, 32,76% dos estudantes (19 respostas), na mesma Figura 45, indicaram que a exploração da Amazônia pode intensificar as MCGs, ao liberar mais gases de efeito estufa para a atmosfera. Essa percepção reflete um pequeno grupo de estudantes que compreende sobre os impactos das atividades de exploração e extração de recursos naturais, como fator que contribuem para a intensificação das mudanças climáticas.

Com isso, os dados coletados revelam uma necessidade urgente de ações de preservação para mitigar os impactos negativos das MCGs na região e no mundo.

Com base nos dados coletados, na Figura 46, revela-se uma predominância no reconhecimento das fontes de energia renováveis, embora ainda haja uma lacuna significativa no conhecimento dessas fontes. A usina solar foi a mais mencionada, com 39 respostas (67,2%), seguida pelas hidrelétricas, com 38 respostas (65,5%). As fontes de energia das marés e as usinas eólicas foram mencionadas, 25 respostas (43,1%) e 28 (48,3%) estudantes,

respectivamente. Esses percentuais indicam um conhecimento considerável sobre fontes renováveis, porém, evidenciam a necessidade de maior compreensão sobre o conjunto mais amplo de alternativas energéticas, principalmente aquelas de menor visibilidade no contexto local.

Figura 46. Indicações dos estudantes sobre fontes de energia renovável.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Esses dados são consistentes com as análises de Silva *et al.* (2020), que destacaram que, apesar do crescente interesse por fontes de energia sustentáveis, ainda existem desafios significativos na disseminação do conhecimento sobre essas alternativas. A energia solar e a eólica, por exemplo, são amplamente reconhecidas, o que pode ser atribuído à crescente adoção e à maior visibilidade dessas tecnologias no Brasil e no mundo. Contudo, fontes como a energia das marés e a biomassa, apesar de seu potencial, receberam uma atenção relativamente menor, com 25 e 6 respostas, respectivamente, o que sugere a necessidade de estratégias educacionais mais eficazes para promover a compreensão e o uso dessas alternativas menos discutidas.

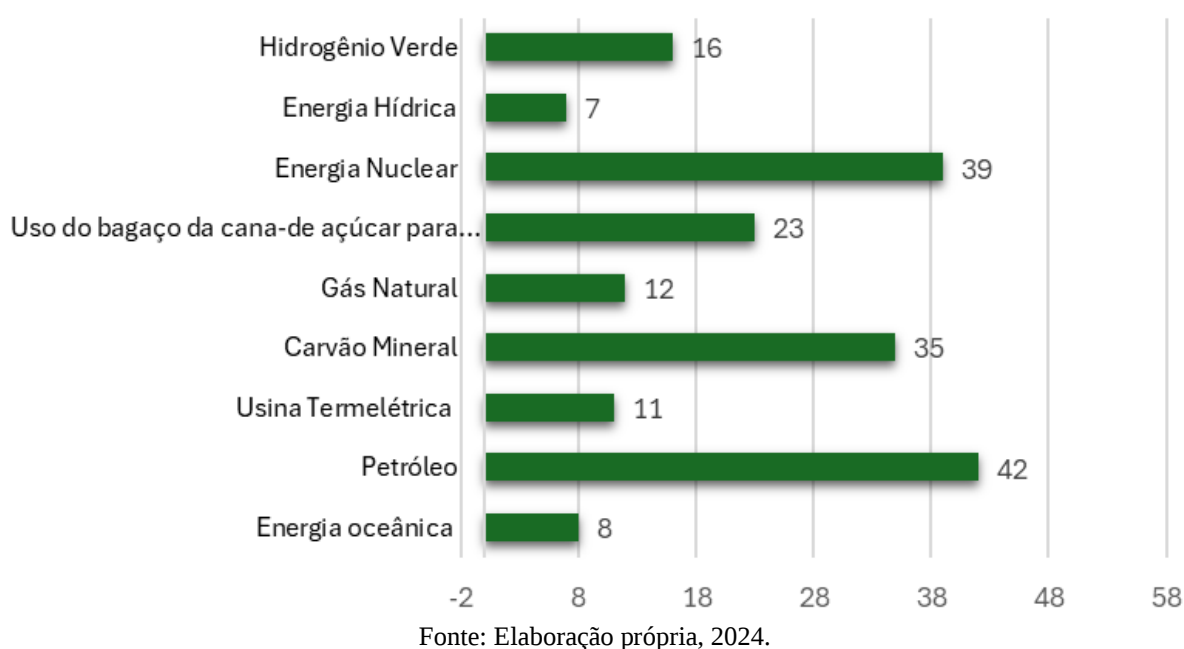
Por outro lado, as fontes de energia termelétrica (12 respostas, 20,7%) e nuclear (9 respostas, 15,5%), como mostra Figura 46, foram mencionadas por um número reduzido de estudantes, o que sugere uma maior familiaridade com as fontes convencionais, além de uma possível percepção negativa em relação aos seus impactos ambientais. A combustão de madeira, com 5 respostas (8,6%), também obteve poucas menções, sendo importante destacar que essa fonte de energia, embora amplamente utilizada, é classificada como não renovável, o que reforça a necessidade de uma maior conscientização sobre suas implicações ambientais.

Portanto, os dados sugerem que, embora os estudantes possuam um conhecimento razoável sobre as fontes renováveis mais comuns, como a solar e a eólica, há uma necessidade de aprofundamento no entendimento de outras fontes como a energia das marés, biomassa e energia geotérmica. Este panorama evidencia a urgência de estratégias educativas que promovam uma compreensão mais ampla e crítica sobre as diversas fontes de energia, seus impactos e possibilidades no contexto da sustentabilidade.

Vale reiterar sobre estes aspectos que o Brasil possui um grande potencial para aproveitar energias renováveis, como a eólica e a solar, o que pode contribuir para uma geração de energia mais sustentável. A capitalização desses recursos poderia contribuir para mitigar as mudanças climáticas e, ao mesmo tempo, promover o crescimento econômico.” (AGÊNCIA BRASIL, 2023).

Assim como nos indicadores sobre fontes de energia renovável, os estudantes demonstraram conhecimentos prévios acerca das fontes de energia não renováveis, conforme pode ser observado na Figura 47. O petróleo foi a fonte mais mencionada, com 42 respostas (72,4%), seguido pela energia nuclear, com 39 respostas (67,2%), e o carvão mineral, citado por 35 estudantes (60,3%). No entanto, um aspecto preocupante foi a identificação equivocada de fontes renováveis como não renováveis. Por exemplo, 7 estudantes (12,1%) classificaram erroneamente a energia hídrica como não renovável, o que evidencia lacunas significativas na compreensão dessas fontes.

Figura 47. Indicações dos estudantes sobre fontes de energia não renovável.



Segundo Silva e Costa (2020), o ensino sobre matriz energética deve ir além das fontes convencionais, abrangendo também conceitos de sustentabilidade e transição energética. Esse erro conceitual aponta para a necessidade de uma abordagem educacional mais clara e detalhada, que promova uma distinção precisa entre as fontes renováveis e não renováveis. Oliveira e colaboradores (2018) destacam que a sensibilização para alternativas energéticas, como o hidrogênio verde e a energia oceânica, deve ser priorizada para fortalecer a compreensão sobre o papel das tecnologias limpas na mitigação das mudanças climáticas.

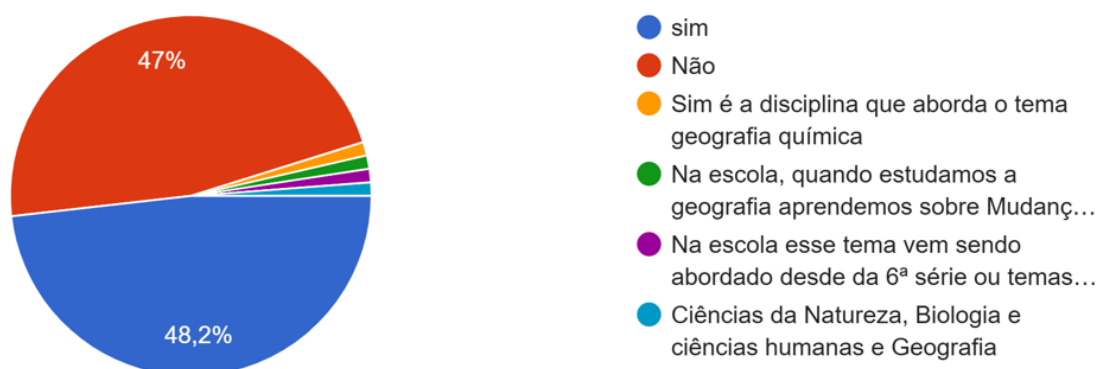
Embora os estudantes tenham reconhecido o papel central de fontes tradicionais como petróleo e carvão mineral, as respostas também indicaram um conhecimento limitado sobre alternativas sustentáveis. Apenas 16 estudantes (27,6%) mencionaram o hidrogênio verde e 8 (13,8%) identificaram a energia oceânica, demonstrando uma lacuna no entendimento de soluções mais avançadas e menos exploradas. Conforme Melo (2019), a promoção de fontes emergentes e renováveis é essencial para atingir os objetivos de descarbonização.

Dessa forma, os dados coletados sugerem que, embora os estudantes possuam algum conhecimento sobre energia, a abordagem educacional precisa ser ampliada. É fundamental que as escolas e outras instituições de ensino integrem conteúdos que promovam não apenas o reconhecimento, mas também uma análise crítica das alternativas sustentáveis, conforme as diretrizes da Agência Internacional de Energia (IEA, 2021), que recomenda uma educação energética mais inclusiva e atualizada.

3. 1. 2. Interpretação dos conhecimentos prévios sobre MCGS e Fontes de energia a partir de questões subjetivas

Nota-se que as percepções dos estudantes acerca das MCGs revelam um quadro de conhecimentos prévios, mas ainda carecem de reflexões críticas mais aprofundadas sobre o tema. As respostas obtidas indicam que a familiaridade dos estudantes com o assunto se limita a descrições elementares, sem maior análise das suas causas e impactos, como mostra a Figura 48.

Figura 48. Estudo do tema nos componentes curriculares.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A fala do Estudante 21, ao responder à pergunta “O que são MCGs?”, exemplifica essa limitação:

“São as mudanças que ocorrem no clima do planeta Terra, como algumas regiões ficarem mais quentes e outras, mas frias.” (Estudante 21).

Embora esta resposta demonstre um entendimento básico, falta uma análise mais complexa que envolva causas antropogênicas, como o aumento das emissões de gases de efeito estufa, e os impactos socioeconômicos das mudanças climáticas. Tal lacuna reforça a necessidade de práticas pedagógicas que superem a memorização de conceitos, promovendo uma aprendizagem reflexiva e crítica.

É importante destacar que 48,2% dos estudantes se aproximaram do tema por meio das disciplinas de geografia, química e biologia. Isso é corroborado pela fala do Estudante 11:

Na escola, quando estudamos a geografia aprendemos sobre Mudanças Climáticas. (Estudante 11).

Essa abordagem interdisciplinar é essencial para o estudo das MCGs. Segundo Moraes e Santos (2018), “a educação ambiental deve ser abordada de forma transversal, considerando suas inter-relações com disciplinas como geografia, biologia e química, a fim de promover uma compreensão mais holística e crítica dos fenômenos climáticos” (p. 45).

Nesse sentido, a UNESCO (2010) ressalta que “Integrar a educação sobre mudança climática à educação para o desenvolvimento sustentável tem a vantagem de retirar a aprendizagem sobre mudança climática apenas da aula de ciências e levá-la para outras áreas temáticas relevantes” (p. 17). A abordagem transversal, como indicada pela UNESCO, amplia o entendimento dos alunos, permitindo uma análise mais integrada dos fenômenos climáticos e suas interações com aspectos ambientais, econômicos, sociais e culturais.

Contudo, a simples inserção do tema em diferentes disciplinas não garante o desenvolvimento de competências críticas. Loureiro (2015) destaca que "a escola desempenha um papel central na formação de cidadãos conscientes, capazes de analisar as causas e consequências das mudanças climáticas, bem como propor soluções para mitigar seus impactos" (p. 67). Assim, as práticas pedagógicas devem adotar metodologias que incentivem não apenas o aprendizado, mas também a proposição de soluções práticas.

A análise evidencia a necessidade de inovar nas abordagens pedagógicas, utilizando metodologias que conectem os conhecimentos prévios dos estudantes com novas informações de maneira significativa. Almeida e Ferreira (2020) ressaltam que "as metodologias ativas, quando associadas a temas de relevância socioambiental, podem potencializar a capacidade dos estudantes em conectar conhecimentos prévios com novas informações, favorecendo a formação de competências críticas e propositivas" (p. 89).

Estratégias como a aprendizagem baseada em problemas e estudos de caso e uso de protótipos educacionais que simulem cenários reais podem engajar os estudantes, promovendo discussões interdisciplinares sobre as causas e os efeitos das mudanças climáticas, além de explorar soluções para os desafios ambientais. Essas práticas tornam o aprendizado mais contextualizado e significativo, fortalecendo a formação cidadã.

Quando questionados sobre a relação entre as MCGs e a preservação da Amazônia, os estudantes demonstraram uma compreensão superficial. As respostas dos Estudantes 01 e 04 exemplificam essa percepção:

Não tenho um conhecimento a fundo sobre o tema, mas sei o básico sobre a preservação da floresta da água do fundo do Mar na queima das florestas e etc. (Estudante 01).

Sei muito não, mas posso ter conhecimento de que é importante para a nossa floresta amazônica para o mundo. E que devemos preservar a nossa floresta amazônica que é nosso bem maior. (Estudante 04)

Essas declarações mostram que, apesar do reconhecimento da importância da Amazônia, ainda falta aos estudantes uma compreensão mais ampla sobre como sua preservação está intrinsecamente ligada ao equilíbrio climático global. A Amazônia atua como um regulador do ciclo de carbono e do ciclo hidrológico, sendo fundamental para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Segundo Luiz Antonio Cândido e colaboradores (2007) “[..] há necessidade de se ampliar os conhecimentos científicos sobre o clima da Amazônia e de sua interação com os ecossistemas e, também, de aprimorar os atuais modelos climáticos para reduzir as incertezas dos impactos das mudanças climáticas globais na Amazônia”

Os resultados analisados indicam que, embora os estudantes possuam algum grau de familiaridade com as MCGs, há uma lacuna significativa na capacidade de reflexão crítica e na proposição de soluções. Para superar esse desafio, é fundamental que as escolas adotem práticas pedagógicas interdisciplinares e metodologias ativas que promovam uma aprendizagem significativa e crítica para enfrentar os desafios das MCGs de maneira propositiva e sustentável. A seguir veremos a percepção dos professores ao aplicarem o tema na sala de aula.

3. 1. 3. Interpretação e representação de dados das entrevistas dos professores sobre didática aplicada para desenvolver a temática de MCGS e Alternativas Sustentáveis

A entrevista com os professores, realizada por meio de relatos, visou investigar como a temática das mudanças climáticas é abordada em sala de aula e quais são os desafios enfrentados. Os 3 (três) educadores participantes forneceram suas percepções sobre o uso de materiais didáticos, o interesse dos estudantes e as estratégias adotadas para ampliar o entendimento da questão.

O **Professor 1** relatou que o conteúdo sobre MCGs está presente nos livros didáticos, mas de forma bastante superficial e limitada. Ele tenta aprofundar o tema ao abordá-lo em conjunto com ciclos biogeoquímicos, embora perceba que os estudantes encontram dificuldades para compreender esses conteúdos e geralmente demonstram pouco interesse. Ele mencionou ainda que, embora a escola promova alguns projetos com temas ambientais, como no Programa de Ciência na Escola (PCE), eles não focam especificamente nas mudanças climáticas globais.

O **Professor 2** também observou que os livros didáticos tratam o tema de maneira breve, abordando as causas e consequências das mudanças climáticas sem o detalhamento necessário para estimular uma compreensão crítica. Para contornar essa limitação, ele utiliza recursos visuais, como vídeos, para tornar as aulas mais dinâmicas e contextualizar o assunto. No entanto, ele comentou que o interesse dos estudantes ainda é reduzido, o que torna o trabalho em sala de aula mais desafiador, apesar dos projetos ambientais que a escola já desenvolve.

O **Professor 3** compartilhou que, assim como os demais entrevistados, considera a abordagem dos livros didáticos insuficiente, com informações limitadas a descrições básicas, o que impede uma compreensão mais prática e integrada das mudanças climáticas no cotidiano dos estudantes. Ele procura superar essa limitação ao conectar o tema com eventos climáticos recentes e problemas observados na comunidade local, utilizando artigos, notícias e

estudos de caso que tornam o conteúdo mais relevante e aplicável. Observou também que, embora alguns estudantes possuam uma consciência inicial sobre a importância ambiental, o engajamento mais profundo ocorre apenas quando eles conseguem ver a conexão com sua própria realidade. Nesse sentido, o professor vem explorando atividades colaborativas, como debates e oficinas, para criar um vínculo mais significativo com o tema.

Por fim, o **Professor 3** sugeriu que, para consolidar a formação ambiental dos estudantes, a escola poderia desenvolver projetos interdisciplinares que envolvessem temas de mudanças climáticas, integrando disciplinas como geografia e ciências. Segundo ele, essa abordagem poderia estimular uma compreensão mais prática e profunda sobre a mitigação dos efeitos das MCGs.

Esses relatos destacam a importância de uma abordagem educativa que vá além do conteúdo dos materiais didáticos, incorporando métodos interativos e conteúdos contextualizados para engajar os estudantes.

3. 2. Intervenção

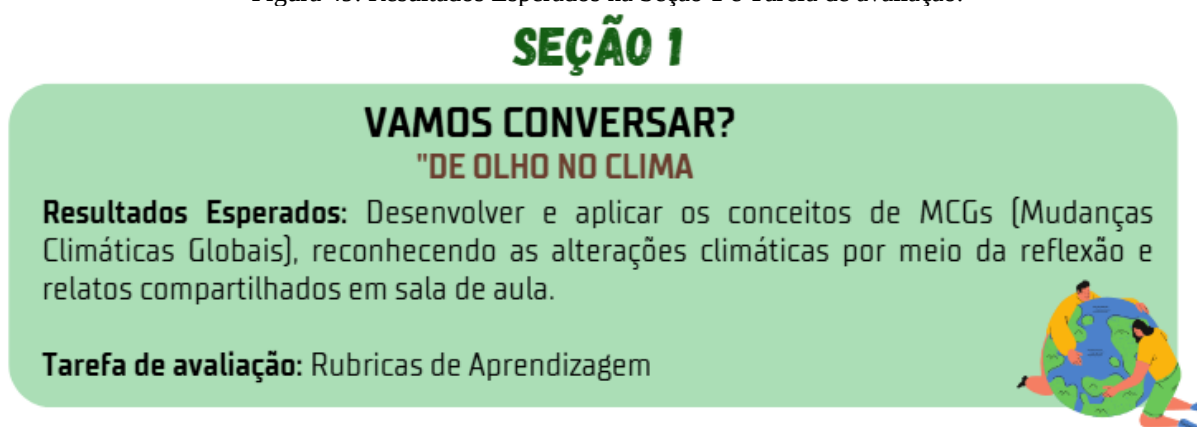
O percurso metodológico adotado na fase de intervenção, ou seja, na implementação da pesquisa-ação, foi cuidadosamente estruturado para promover a articulação entre teoria e prática, oferecendo aos discentes uma experiência de aprendizagem ativa e dialógica. Inicialmente, foram conduzidas aulas expositivas dialogadas, que possibilitaram o debate crítico e a construção coletiva de conhecimentos, com os estudantes sendo encorajados a participar ativamente nas discussões sobre os conceitos apresentados. Esse formato permitiu a co-construção de sentido e o fortalecimento da interação professor-estudante, essencial para o aprofundamento dos conteúdos trabalhados.

Complementarmente, as aulas práticas proporcionaram aos estudantes a aplicação dos conceitos teóricos em situações concretas, favorecendo a consolidação do aprendizado por meio da experimentação. A elaboração de protótipos educacionais, desenvolvidos pelos discentes, emergiu como um elemento central nesse processo, uma vez que esses artefatos representavam propostas de cidades sustentáveis, estimulando o raciocínio crítico e a criatividade. Paralelamente, a confecção de croquis, apresentados em formato de cartazes, facilitou a visualização e socialização de esquemas que sintetizavam os princípios de sustentabilidade urbana, promovendo uma abordagem interdisciplinar que envolveu áreas como ciências, geografia e matemática.

Em seguida, são apresentados os resultados das atividades de verificação da aprendizagem, conduzidas ao longo da fase de intervenção e distribuídas em três seções da

sequência didática. A fim de otimizar a clareza e a organização da exposição, os dados de cada atividade serão precedidos por uma imagem ilustrativa que incluirá as informações pertinentes, tais como o título da seção, os resultados de aprendizagem esperados e os instrumentos de avaliação utilizados, conforme demonstrado na Figura 49. Essa estrutura visa facilitar a compreensão dos resultados e garantir uma leitura objetiva e didática dos processos avaliativos.

Figura 49. Resultados Esperados na Seção 1 e Tarefa de avaliação.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Os resultados da seção 1: *Vamos conversar? De olho no clima* foram coletados a partir de três questões reflexivas: *Tempo e clima são conceitos equivalentes? Houve mudanças perceptíveis no clima nos últimos anos? e Como você define o termo “mudanças climáticas”?* Essas questões foram projetadas para fomentar a reflexão crítica e avaliar o nível de compreensão inicial dos estudantes sobre o tema.

Com base nas informações do Painel Intergovernamental sobre MCGs (IPCC, 2021), foi discutida a distinção entre tempo, associado a condições atmosféricas momentâneas, e clima que representa padrões de longo prazo. Essa conceituação é essencial para diferenciar variações temporárias das MCGs. No entanto, as respostas dos discentes revelaram níveis variados de entendimento. Enquanto o Estudante 41 mencionou que “*Tempo corresponde à temperatura diária, enquanto o clima se refere a previsões como chuva*”, o Estudante 21 definiu MCs como “*alterações no clima global, com regiões ficando mais quentes ou frias*”. Já o Estudante 9 acrescentou uma perspectiva empírica: “*Quando eu era criança, a temperatura parecia mais amena do que nos últimos anos, e as notícias sobre mudanças climáticas se tornaram mais frequentes.*”

Esses relatos refletem uma percepção parcial, mas não consolidada, dos conceitos discutidos. Moran (2013) afirma que a aprendizagem significativa é caracterizada pela

capacidade de estabelecer conexões entre o conhecimento teórico e as experiências vividas, o que reforça a importância de atividades dialogadas e contextualizadas no ensino de temas complexos, como mudanças climáticas. Nesse sentido, a participação ativa nas discussões foi avaliada pela qualidade e pela profundidade das intervenções. A capacidade dos estudantes de questionar criticamente e relacionar conceitos às vivências do cotidiano, conforme proposto por Paulo Freire (2005), é um indicador valioso da construção do conhecimento.

Os dados também revelaram que, embora o conhecimento técnico-científico sobre tempo, clima e mudanças climáticas fosse limitado, houve reconhecimento de impactos percebidos, como aumento do calor e eventos climáticos extremos. Estudantes citaram episódios de secas severas e chuvas intensas na região, confirmando as tendências relatadas pelo IPCC (2021), que atribui tais mudanças ao aumento das emissões de gases de efeito estufa e à intensificação de fenômenos extremos. Carlos Nobre (2020) destaca que "a Amazônia é um exemplo emblemático das interações entre mudanças climáticas globais e atividades humanas, o que demanda ações urgentes para conter a degradação ambiental".

Para a avaliação desta seção, aplicou-se uma rubrica de aprendizagem com o critério “Entendimento do Tema: Tempo e Clima”. Os resultados estão sistematizados no Quadro 6.

Quadro 6. Resultado da rubrica com critério “Entendimento do Tema: Tempo e Clima”.

Critério	Descritores				
Entendimento do Tema sobre Tempo e Clima	Demonstrou compreensão mínima da proposta, com erros conceituais. Insuficiente (1 ponto)	Entendeu a proposta, mas precisou consultar os materiais para participar da discussão. Básico (5 pontos)	Compreendeu o tema, participou da discussão com segurança, mas com limitações nas conexões. Proficiente (7 pontos)	Dominou o tema, liderou discussões e propôs pontos novos, aprofundando o debate. Avançado (10 pontos)	
Estudantes	Desempenho				Pontos
E1			Proficiente		7
E2				Avançado	10
E3		Básico			5
E4				Avançado	10
E5				Avançado	10
E6				Avançado	10
E7				Avançado	10
E8				Avançado	10
E9				Avançado	10

E10				Avançado	10
E11				Avançado	10
E12			Proficiente		7
E13				Avançado	10
E14				Avançado	10
E15				Avançado	10
E16				Avançado	10
E17			Proficiente		7
E18				Avançado	10
E19				Avançado	10
E20				Avançado	10
E21			Proficiente		7
E22				Avançado	10
E23				Avançado	10
E24			Proficiente		7
E25				Avançado	10
E26				Avançado	10
E27				Avançado	10
E28				Avançado	10
E29				Avançado	10
E30				Avançado	10
E31				Avançado	10
E32				Avançado	10
E33				Avançado	10
E34				Avançado	10
E35				Avançado	10
E36				Avançado	10
E37				Avançado	10
E38				Avançado	10
E39				Avançado	10
E40		Básico			5
E41				Avançado	10
E42				Avançado	10
E43		Básico			5

E44			Proficiente		7
E45				Avançado	10
E46				Avançado	10
E47				Avançado	10
E48				Avançado	10
E49				Avançado	10
E50			Proficiente		7
E51				Avançado	10
E52				Avançado	10
E53				Avançado	10
E54	Insuficiente				1
E55				Avançado	10
E56				Avançado	10
E57				Avançado	10
E58				Avançado	10

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Com base na participação observada, constatamos que a introdução do tema por meio do vídeo e o uso de slides contribuíram para desmistificar concepções equivocadas, especialmente a confusão entre os conceitos de tempo e clima. Conforme Valêncio (2014), essa distinção é fundamental: o tempo refere-se às condições atmosféricas momentâneas, enquanto o clima abrange padrões observados ao longo de períodos prolongados.

Os questionários aplicados indicaram que 81,03% dos estudantes demonstraram pleno domínio do tema, definindo corretamente os conceitos, liderando discussões e introduzindo novos pontos relevantes ao debate. Outros 12,07% apresentaram um entendimento proficiente: participaram das discussões com segurança, mas com algumas limitações nas conexões mais aprofundadas entre os tópicos. Já 5,17% demonstraram compreensão básica e necessitaram consultar os materiais para participar de maneira significativa, revelando dificuldades em distinguir entre tempo e clima e compreender aspectos relacionados às MCGs. Por fim, 1,72% dos estudantes foram classificados em nível insuficiente, exibindo erros conceituais e compreensão mínima da proposta (Quadro 6).

Esses resultados indicam a necessidade de aprofundar as discussões nas próximas aulas, utilizando questões problematizadoras e estratégias pedagógicas diferenciadas. A

adoção de protótipos educacionais, por exemplo, pode facilitar a compreensão de conceitos complexos e promover maior engajamento dos estudantes (MORAN, 2013).

De modo geral, o feedback fornecido pelos estudantes foi positivo, indicando que a combinação de diferentes mídias como vídeo, slides e discussões abertas foi bem recebida. Esse tipo de abordagem multimodal é defendido por Moran (2013) como uma forma eficaz de potencializar o aprendizado, ao envolver os estudantes em experiências dinâmicas e diversificadas.

Por fim, destaca-se que a compreensão das MCGs é fundamental para o desenvolvimento de uma consciência crítica e engajada em relação às questões ambientais. Como afirma Leff (2012), a educação ambiental tem papel central na formação de cidadãos conscientes e aptos a tomar decisões responsáveis diante dos desafios globais.

Figura 50. Resultados Esperados na Seção 2 e Tarefa de avaliação.

SEÇÃO 2

MAS POR QUE DE TANTA MUDANÇA DE CLIMA?
EXPLORANDO AS CAUSAS E CONSEQUÊNCIAS

Resultados Esperados: Identificar e mapear as causas e consequências das MCGs, analisando sua relação com o meio ambiente (fauna e flora); comparar diferentes fontes de energia e suas implicações ambientais, destacando aquelas que mais prejudicam o meio ambiente.

Tarefa de avaliação: Rubricas de Aprendizagem



Fonte: Elaboração própria, 2024.

Nas segunda e terceira aulas da Seção 2 (Figura 50), os resultados foram obtidos por meio de questionamentos após a exibição de recursos audiovisuais que abordaram o tema das mudanças climáticas globais (MCGs), suas causas e consequências.

Na segunda aula, a questão disparadora "*Por que falar de mudanças climáticas?*" fomentou reflexões significativas entre os estudantes. O Estudante 2 comentou: "*O tema é muito importante, pois afeta as pessoas que moram em locais perigosos, próximos aos rios, devido à enchente e seca.*" Complementando, o Estudante 21 afirmou: "*Falta água, e eles ficam sem água para beber e plantar.*" Esses relatos ilustram os impactos diretos das MCGs sobre populações vulneráveis, que já enfrentam escassez de recursos hídricos e a intensificação de eventos climáticos extremos. Carlos Nobre (2014) observa que o aquecimento global "*tem potencial de amplificar os impactos em áreas com infraestrutura*

precária, exacerbando crises hídricas e agrícolas." Esse cenário destaca a urgência de discutir e implementar estratégias para mitigar os efeitos adversos das MCGs.

Na terceira aula, o debate foi orientado por duas questões principais: *"O que os órgãos governamentais e autoridades internacionais falam e planejam para minimizar as MCGs?"* e *"Quais alternativas sustentáveis, tanto individuais quanto coletivas, podem ser desenvolvidas?"* Com a exibição do vídeo *Acordo de Paris para as Mudanças Climáticas*, os estudantes participaram ativamente, discutindo soluções e propondo estratégias inovadoras.

Ao final da aula, os estudantes compartilharam suas reflexões sobre as alternativas sustentáveis discutidas, enfatizando o uso de energias renováveis e atitudes individuais para mitigar os impactos ambientais. O Estudante 22 mencionou práticas adotadas em sua residência: *"Na minha casa, não jogamos óleo na pia e não queimamos o lixo produzido."* O Estudante 4 reforçou a importância da reciclagem, afirmando: *"Devemos separar o lixo para reaproveitar os materiais."*

Essas discussões demonstram que, ao longo das atividades, os estudantes não apenas desenvolveram maior consciência ambiental, como também passaram a socializar suas perspectivas sobre práticas sustentáveis. Esse engajamento reflete o despertar de um interesse mais ativo na adoção de comportamentos ecologicamente responsáveis, revelando uma compreensão crescente sobre a relevância de tais atitudes no contexto global.

Sendo assim, os resultados obtidos (Quadro 7) evidenciam que a maioria dos estudantes assimilou o tema de maneira abrangente, validando a eficácia das estratégias pedagógicas adotadas. Moran (2013) argumenta que a combinação de recursos didáticos variados, como vídeos e materiais interativos, potencializa o engajamento dos alunos e facilita a compreensão de temas complexos. Essa abordagem metodológica foi essencial para o alto desempenho observado, demonstrando que o planejamento didático atendeu plenamente aos objetivos de aprendizagem.

Quadro 7. Resultado da rubrica com critério "Entendimento do Tema: MCGs e alternativas sustentáveis".

Critério	Descritores				
Entendimento do Tema: MCGs e alternativas Sustentáveis	Compreensão insuficiente, com pouca participação ou contribuição relevante. Insuficiente (1 ponto)	Mostrou algum entendimento, mas precisou consultar outros materiais para responder as perguntas. Básico (5 pontos)	Participou ativamente e demonstrou bom conhecimento, propondo pontos pertinentes. Proficiente (7 pontos)	Dominou o tema e propôs soluções inovadoras, articulando diferentes conceitos. Avançado (10 pontos)	

Estudantes	Desempenho				Pontos
E1				Avançado	10
E2				Avançado	10
E3			Proficiente		7
E4				Avançado	10
E5				Avançado	10
E6				Avançado	10
E7				Avançado	10
E8				Avançado	10
E9				Avançado	10
E10				Avançado	10
E11				Avançado	10
E12				Avançado	10
E13				Avançado	10
E14				Avançado	10
E15				Avançado	10
E16				Avançado	10
E17			Proficiente		7
E18				Avançado	10
E19				Avançado	10
E20				Avançado	10
E21				Avançado	10
E22				Avançado	10
E23				Avançado	10
E24			Proficiente		7
E25				Avançado	10
E26				Avançado	10
E27				Avançado	10
E28				Avançado	10
E29				Avançado	10
E30				Avançado	10
E31				Avançado	10
E32				Avançado	10
E33				Avançado	10

E34	Estudante Ausente				
E35				Avançado	10
E36				Avançado	10
E37				Avançado	10
E38				Avançado	10
E39				Avançado	10
E40		Básico			5
E41				Avançado	10
E42				Avançado	10
E43			Proficiente		7
E44				Avançado	10
E45				Avançado	10
E46				Avançado	10
E47				Avançado	10
E48				Avançado	10
E49				Avançado	10
E50			Proficiente		7
E51				Avançado	10
E52				Avançado	10
E53				Avançado	10
E54			Proficiente		7
E55				Avançado	10
E56				Avançado	10
E57				Avançado	10
E58				Avançado	10

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Os dados obtidos com a participação dos 58 estudantes indicam um desempenho geral positivo no processo de aprendizagem sobre MCGs. Entre os estudantes avaliados, 51 (87,9%) alcançaram o nível avançado, demonstrando domínio pleno do tema e capacidade de propor soluções inovadoras, articulando conceitos de forma interdisciplinar. Esse resultado sugere que as estratégias pedagógicas adotadas, como o uso de mídias audiovisuais e aulas dialogadas, foram eficazes na promoção de um aprendizado aprofundado.

Outros 06 estudantes (10,3%) alcançaram o nível proficiente, revelando compreensão dos conceitos centrais, mas com limitações na articulação entre conhecimentos ou na

proposição de soluções. Essa situação aponta para a necessidade de diversificar estratégias pedagógicas para apoiar esses discentes na consolidação de suas aprendizagens. Atividades colaborativas e questões problematizadoras são recomendadas para estimular o envolvimento mais profundo e a reflexão crítica (Silva e Gomes, 2021).

E 01 estudante (1,7%) foi classificado no nível básico, o que indica uma compreensão inicial do tema, mas com dependência de consultas aos materiais para participar das discussões. A ausência de estudantes no nível insuficiente reflete um progresso consistente no processo de ensino-aprendizagem, sugerindo que as metodologias utilizadas favorecem a assimilação dos conteúdos pela maioria dos estudantes.

A elevada porcentagem de estudantes no Nível Avançado demonstra não apenas a apropriação dos conceitos fundamentais, mas também o desenvolvimento de uma capacidade crítica de aplicá-los a problemas reais, alinhando-se às competências exigidas para uma cidadania ativa e crítica. No entanto, os desafios enfrentados por estudantes no Nível Proficiente mostram que a articulação entre áreas, como a relação entre mudanças climáticas e segurança alimentar, ainda pode ser aprimorada. Rebouças (2018) destaca que temas complexos, como ciclos biogeoquímicos, exigem uma compreensão sistêmica, o que pode representar uma dificuldade adicional para alguns estudantes.

Diante desses resultados, recomenda-se a continuidade e o aprimoramento das estratégias pedagógicas. Fóruns de discussão, simulações e metodologias ativas são especialmente eficazes para promover engajamento e aprofundar a compreensão dos estudantes. Além disso, é necessário oferecer suporte individualizado ao estudante no nível básico por meio de tutorias e materiais complementares.

A ausência de estudantes no Nível Insuficiente é um indicativo positivo, mas reforça a importância de monitoramento contínuo para garantir que todos avancem de forma consistente. Como enfatiza o IPCC (2021), a educação ambiental é essencial na formação de indivíduos preparados para enfrentar os desafios contemporâneos das MCGs. Assim, é fundamental incentivar o desenvolvimento de habilidades críticas e a capacidade de propor soluções inovadoras ao longo das próximas atividades.

Em síntese, os resultados evidenciam um processo de ensino-aprendizagem eficaz, com a maioria dos estudantes demonstrando compreensão sólida e capacidade de aplicar o conhecimento em diferentes contextos. No entanto, é necessário continuar investindo em abordagens interdisciplinares e estratégias pedagógicas diferenciadas, garantindo que todos os estudantes alcancem um alto nível de compreensão e possam atuar como agentes de transformação em suas comunidades.

Figura 51. Resultados Esperados na Seção 3 e Tarefa de avaliação.

SEÇÃO 3

HORA DE CRIAR!

"CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS E APLICAÇÃO DA ABP"

Resultados Esperados: Estimular a aprendizagem criativa, promovendo a autonomia do estudante e o desenvolvimento cognitivo, com foco na resolução de problemas ambientais a partir de questões reais que afetam o meio ambiente.

Tarefa de avaliação: Rubricas de Aprendizagem



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A quarta e quinta aulas, que compõem a Seção 3 da sequência didática (Figura 51), tiveram como foco atividades de aula criativa e a aplicação da ABP. Na Aula 4, foi proposta a construção de protótipos educacionais, que simularam cenários da temática abordada. Este processo de produção não apenas estimulou a interação entre os estudantes, mas também promoveu o desenvolvimento de habilidades como o trabalho em equipe e a comunicação.

Os resultados das atividades estão apresentados na Figura 52, que ilustra as peças produzidas durante a aula criativa.

Figura 52. Protótipos produzidos pelos estudantes.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Os resultados obtidos na verificação da aprendizagem dos estudantes, avaliados por meio da rubrica "**Colaboração e Participação**", estão apresentados no Quadro 8.

Quadro 8. Resultado da rubrica com critério “Colaboração e Participação”.

Critério	Descritores				
Colaboração e Participação	Teve participação mínima, sem contribuir efetivamente para o trabalho. Insuficiente (1 ponto)	Participou, mas suas contribuições foram limitadas e pouco engajadas. Básico (5 pontos)	Colaborou ativamente, propondo ideias e auxiliando na execução do trabalho. Proficiente (7 pontos)	Demonstrou liderança e facilitou a articulação de ideias, promovendo discussões significativas e coesas. Avançado (10 pontos)	
Estudantes	Desempenho				Pontos
E1				Avançado	10
E2				Avançado	10
E3	Estudante Ausente				
E4				Avançado	10
E5				Avançado	10
E6				Avançado	10
E7				Avançado	10
E8				Avançado	10
E9				Avançado	10
E10				Avançado	10
E11				Avançado	10
E12				Avançado	10
E13				Avançado	10
E14				Avançado	10
E15				Avançado	10
E16				Avançado	10
E17			Proficiente	Avançado	10
E18				Avançado	10
E19				Avançado	10
E20				Avançado	10
E21				Avançado	10
E22				Avançado	10
E23				Avançado	10
E24			Proficiente		7
E25				Avançado	10

E26				Avançado	10
E27				Avançado	10
E28				Avançado	10
E29				Avançado	10
E30				Avançado	10
E31				Avançado	10
E32				Avançado	10
E33				Avançado	10
E34				Avançado	10
E35				Avançado	10
E36				Avançado	10
E37				Avançado	10
E38				Avançado	10
E39				Avançado	10
E40		Básico			5
E41				Avançado	10
E42				Avançado	10
E43				Avançado	10
E44				Avançado	10
E45				Avançado	10
E46				Avançado	10
E47	Estudante Ausente				
E48				Avançado	10
E49				Avançado	10
E50			Proficiente		7
E51				Avançado	10
E52				Avançado	10
E53				Avançado	10
E54			Proficiente		7
E55				Avançado	10
E56				Avançado	10
E57				Avançado	10
E58				Avançado	10

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Dos 58 estudantes participantes, 2 estiveram ausentes nesta aula (3,4%), com isso, leva-se em consideração 56 estudantes para coleta de informações. A análise dos níveis de desempenho revelou que apenas 1 estudante (1,7%) foi classificado no nível **básico**, apresentando desempenho descrito como "Participou, mas suas contribuições foram limitadas e pouco engajadas". Nenhum estudante (0%) foi identificado no nível **insuficiente**. E 4 estudantes (7%) foram classificados no nível **proficiente**, com o seguinte perfil: "Colaborou ativamente, propondo ideias e auxiliando na execução do trabalho". A maioria dos estudantes, 51 (88%), alcançou o nível de desempenho **avançado**, evidenciando engajamento significativo: "Demonstrou liderança e facilitou a articulação de ideias, promovendo discussões significativas e coesas".

Esses resultados indicam que a construção dos protótipos, alinhada com a abordagem ABP, estimulou a maior participação e envolvimento dos estudantes. A criação de cenários simulados, focados nas MCGs, fontes de energia e alternativas sustentáveis voltadas à preservação ambiental, contribuiu para tornar a atividade mais significativa e relevante no processo de aprendizagem. Segundo Ribeiro (2020), "a aprendizagem ativa, especialmente quando relacionada a problemas reais, aumenta o engajamento e promove o desenvolvimento de habilidades socioemocionais".

Na Aula 5, foi iniciada a aplicação da estratégia metodológica da ABP, com o uso de protótipos educacionais. Este momento não apenas ofereceu uma oportunidade propícia para reflexão sobre problemas ambientais reais, mas também possibilitou uma análise detalhada das interações complexas entre os fatores físico, químico e biológico, como demonstrado nos protótipos, fortalecendo o conhecimento de maneira efetiva e aprofundada.

No protótipo educacional intitulado **ocupação humana**, exploramos a urbanização e a expansão de áreas construídas, discutindo a redução significativa na capacidade do solo de absorver água, o que aumenta o escoamento superficial e os riscos de enchentes e erosão. A urbanização gera emissões de poluentes atmosféricos e causa o escoamento de substâncias químicas para corpos d'água próximos, deteriorando a qualidade da água. No aspecto biológico, essa expansão urbana resulta em uma diminuição da biodiversidade local e na fragmentação dos habitats naturais, corroborando a afirmação da ONU (2020) de que "o rápido crescimento urbano é uma das principais causas da perda de biodiversidade".

No protótipo intitulado **pastagem**, observamos o pisoteio dos animais que compacta o solo, diminuindo sua permeabilidade e aumentando o risco de erosão. A presença de excrementos e o uso de fertilizantes causam o acúmulo de compostos nitrogenados, resultando em um desequilíbrio químico no solo. Conversamos também sobre a substituição das espécies

nativas por vegetação exótica, o que reduz a diversidade local, em concordância com os resultados apresentados por Grace (2020).

Ao analisar o protótipo do uso de **combustíveis fósseis**, discutimos que a queima desses recursos aumenta a emissão de poluentes, elevando a temperatura atmosférica e exacerbando o efeito estufa. Os processos de combustão liberam dióxido de carbono (CO₂) e metano (CH₄), intensificando o aquecimento global e afetando a composição química dos oceanos. Esse desequilíbrio tem implicações biológicas significativas, pois a acidificação dos oceanos, resultante da absorção de CO₂, prejudica organismos marinhos, especialmente aqueles que dependem da calcificação para sobreviver (IPCC, 2021).

No protótipo de **lixões**, dialogamos que o acúmulo de resíduos sólidos altera a composição do solo e aumenta a liberação de metano, contribuindo para o efeito estufa. A deposição de resíduos contamina o solo e as águas subterrâneas com substâncias tóxicas, incluindo metais pesados que se infiltram no solo e nas camadas freáticas. Como resultado, a área ao redor dos lixões experimenta uma proliferação de pragas e vetores de doenças, bem como perda de habitats naturais, o que está de acordo com os estudos de Pereira *et al.* (2019).

O protótipo de **queimadas e desmatamento** evidenciamos os impactos prejudiciais sobre a cobertura vegetal e o ciclo do carbono. O desmatamento reduz a cobertura vegetal, altera o ciclo hidrológico e promove erosão e perda de nutrientes do solo. A queima da vegetação nativa resulta na liberação de grandes quantidades de CO₂ e outros gases de efeito estufa, aumentando a concentração de carbono na atmosfera. Esse processo de degradação ambiental leva a uma redução significativa da biodiversidade e até mesmo à extinção de espécies locais, conforme observado por Aragão (2018).

Na análise da **exploração madeireira e abertura de estradas**, conversamos que a fragmentação dos habitats e o desvio de cursos d'água alteram a dinâmica local e impactam os padrões de drenagem. A exposição do solo resultante do corte de árvores e da construção de estradas intensifica a erosão e reduz a retenção de nutrientes, comprometendo a fertilidade do solo. Esse cenário também isola áreas naturais, interrompendo rotas migratórias e limitando a diversidade genética das populações de fauna e flora, afetando gravemente a biodiversidade da região.

A degradação ambiental observada nos protótipos simulados pelos impactos negativos abriu espaço para dialogarmos sobre os sérios prejuízos para a sobrevivência das plantas e dos animais. Em áreas degradadas, as plantas tendem a fechar seus estômatos para reduzir a perda de água, o que prejudica a fotossíntese e, conseqüentemente, o crescimento vegetal. A contaminação e a infertilidade do solo reduzem as possibilidades de uso agrícola,

enquanto a escassez de recursos hídricos e alimentares nas áreas afetadas contribui para o declínio de populações animais, aumentando o risco de extinção de espécies. Conforme o IPCC (2021), “a degradação dos habitats naturais e a redução da diversidade biológica afetam a resiliência dos ecossistemas frente às mudanças climáticas”.

Além disso, as atividades simuladas nos protótipos mostraram uma aprendizagem profunda acerca dos prejuízos provocados aos ciclos biogeoquímicos, como os ciclos do carbono e do nitrogênio. A ocupação humana e a poluição que interrompem o equilíbrio desses ciclos naturais. Observou-se um aumento nas emissões de CO₂, o que desestabiliza o ciclo do carbono e agrava os efeitos do aquecimento global, em consonância com os dados do relatório da ONU (2021).

Ainda na abordagem pedagógica da ABP no qual foi aplicada para investigar alternativas sustentáveis que possam mitigar os impactos ambientais na região Amazônica, causados por atividades humanas. A ABP focou em práticas ecológicas e renováveis, propondo soluções para restaurar o equilíbrio ambiental, preservar a biodiversidade e promover uma matriz energética mais limpa. As alternativas examinadas buscam substituir cenários impactantes, como o desmatamento, uso de lixões e exploração de combustíveis fósseis.

Uma das principais estratégias foi o uso de **leguminosas** para recuperar áreas degradadas pelo desmatamento. Conversamos que as leguminosas têm a capacidade de fixar nitrogênio no solo, melhorando sua fertilidade e facilitando a sucessão natural de espécies nativas. Esse método é eficaz e de baixo custo, ajudando a restaurar a estrutura do solo e criando um ambiente propício para a regeneração da vegetação. A técnica tem sido aplicada em diversas regiões brasileiras, mostrando eficácia na recuperação de solos empobrecidos, redução da erosão e aumento da biodiversidade local (EMBRAPA, 2021).

Outra alternativa analisada foi a **biomassa**, que permite transformar resíduos de lixões e desmatamento em fontes de energia limpa. Enfatizamos que a biomassa converte resíduos orgânicos e vegetais em energia através de processos controlados de combustão ou decomposição anaeróbica, sendo uma solução que reduz a quantidade de lixo nos aterros e diminui a emissão de gases de efeito estufa. Além disso, a biomassa ajuda a substituir combustíveis fósseis, promovendo uma economia circular e contribuindo para a sustentabilidade ambiental (WWF-BRASIL, 2021).

Sobre os protótipos da **sucessão secundária** e o **enriquecimento florestal** também foram considerados métodos importantes de recuperação ecológica. A sucessão secundária, no qual envolve a regeneração natural da vegetação e biodiversidade locais, enquanto o

enriquecimento florestal se refere ao plantio de espécies nativas para restaurar a complexidade e funcionalidade dos ecossistemas. Esses processos são essenciais para a recuperação gradual das florestas tropicais, permitindo o retorno da biodiversidade e o restabelecimento das funções ecológicas (CHAZDON; URIARTE, 2016).

Além disso, os **sistemas agroflorestais (SAF)** foram explorados como uma abordagem que combina agricultura e florestas de maneira regenerativa, preservando o solo e aumentando a biodiversidade. Esse sistema favorece a recuperação de áreas degradadas e contribui para a redução das emissões de CO₂, além de gerar produtos agrícolas e florestais, proporcionando benefícios econômicos para as comunidades locais. Os sistemas agroflorestais têm mostrado grande potencial na mitigação das mudanças climáticas e na conservação ambiental (ALMEIDA; DURIGAN, 2019).

No campo energético, alternativas como a usina de **gás hidrogênio**, os **painéis solares** e **hidrelétricas**, vistos nos protótipos, foram utilizados como soluções sustentáveis para a substituição de usinas termelétricas e fontes de energia poluentes. O hidrogênio verde, produzido a partir da água por eletrólise, oferece uma fonte limpa de energia, sem emissões de CO₂, sendo uma opção viável para regiões remotas. Já os painéis solares aproveitam a alta incidência solar da Amazônia, promovendo uma matriz energética renovável e sustentável, capaz de reduzir a dependência de combustíveis fósseis e os impactos ambientais (IEA, 2020).

Dialogamos que as hidrelétricas, embora não isentas de impactos, continuam sendo uma das principais fontes de energia no Brasil, com grande potencial de geração na Amazônia, dada a abundância de recursos hídricos. No entanto, sua construção e operação têm efeitos significativos sobre os ecossistemas locais, como o alagamento de grandes áreas de floresta e a alteração de habitats, o que pode prejudicar a biodiversidade. Por isso, é fundamental que a implementação de hidrelétricas seja acompanhada de estratégias de compensação ambiental e mitigação dos impactos, além de considerar alternativas como a implementação de sistemas de geração de energia renovável descentralizada e mais sustentável (SOUZA, 2021).

As alternativas estudadas na ABP representam soluções viáveis para promover a sustentabilidade na Amazônia, com o objetivo de restaurar ecossistemas, proteger a biodiversidade e garantir uma matriz energética menos poluente. Ao integrar práticas como o plantio de leguminosas, o uso de biomassa e os sistemas agroflorestais, é possível transformar áreas degradadas, promover a resiliência ambiental e fomentar uma economia mais consciente e sustentável (SANTOS, 2020; WWF-BRASIL, 2021). Essas práticas não apenas contribuem para a preservação ambiental, mas também oferecem alternativas viáveis para as comunidades

locais, ajudando na promoção de um desenvolvimento mais equilibrado e sustentável para a região.

Nesse contexto, foram apresentadas situações-problema, denominadas “Perguntas Start”, com a finalidade de iniciar a aplicação da ABP. A verificação da aprendizagem concentrou-se no critério de “**Análise Crítica das Questões**”, conforme especificado no Quadro 9.

Quadro 9. Resultado da rubrica com critério “Análise crítica das questões”.

Critério	Descritores				
Análise crítica das questões	Não apresentou uma análise coerente ou deixou de abordar causas e consequências. Insuficiente (1 ponto)	Realizou uma análise básica, mas sem aplicar os conceitos à realidade da Amazônia. Básico (5 pontos)	Apresentou uma análise crítica contextualizada, estabelecendo relações claras com as questões amazônicas. Proficiente (7 pontos)	Realizou uma análise profunda, conectando conceitos e propondo reflexões abrangentes e contextualizadas. Avançado (10 pontos)	
Estudantes	Desempenho				Pontos
E1			Proficiente		7
E2				Avançado	10
E3			Proficiente		7
E4				Avançado	10
E5				Avançado	10
E6				Avançado	10
E7				Avançado	10
E8				Avançado	10
E9				Avançado	10
E10				Avançado	10
E11				Avançado	10
E12			Proficiente		7
E13				Avançado	10
E14				Avançado	10
E15				Avançado	10
E16				Avançado	10
E17				Avançado	10
E18				Avançado	10

E19				Avançado	10
E20				Avançado	10
E21			Proficiente		7
E22				Avançado	10
E23				Avançado	10
E24				Avançado	10
E25				Avançado	10
E26				Avançado	10
E27	Estudante Ausente				
E28				Avançado	10
E29				Avançado	10
E30				Avançado	10
E31				Avançado	10
E32				Avançado	10
E33				Avançado	10
E34				Avançado	10
E35				Avançado	10
E36				Avançado	10
E37				Avançado	10
E38				Avançado	10
E39				Avançado	10
E40			Proficiente		7
E41				Avançado	10
E42				Avançado	10
E43		Básico			5
E44			Proficiente		7
E45				Avançado	10
E46				Avançado	10
E47				Avançado	10
E48				Avançado	10
E49				Avançado	10
E50	Estudante Ausente				
E51				Avançado	10
E52				Avançado	10

E53				Avançado	10
E54			Proficiente		7
E55				Avançado	10
E56				Avançado	10
E57				Avançado	10
E58				Avançado	10

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Dos 58 estudantes participantes, 2 estiveram ausentes (3,4%). Entre os 56 participantes (96,6%), nenhum apresentou um desempenho **insuficiente**, ou seja, não houve estudantes que deixaram de abordar as causas e consequências propostas nas questões. Apenas 1 estudante (1,8%) realizou uma análise básica, limitando-se a conceitos genéricos sem aplicá-los ao contexto amazônico, caracterizando desempenho **básico**. E 7 estudantes (12,5%) atingiram o nível **proficiente**, apresentando uma análise crítica contextualizada e estabelecendo conexões relevantes com as questões amazônicas. A maioria com 48 estudantes (85,7%), alcançou um nível **avançado**, desenvolvendo uma análise profunda, conectando conceitos de forma consistente e propondo reflexões abrangentes e contextualizadas.

As "*Perguntas Start*" provocaram os estudantes a refletirem sobre como atuar diante de desafios reais. Essa abordagem não apenas incentivou o desenvolvimento do pensamento crítico, mas também estimulou os estudantes a aplicarem os conceitos discutidos a cenários práticos, especialmente no contexto das questões amazônicas.

Após a apresentação das *Perguntas Start*, procedeu-se à divisão dos participantes em duas turmas: a primeira, composta por 29 estudantes (E1 a E29), e a segunda, com os estudantes de E30 a E58. A partir dessa divisão, iniciou-se a implementação do percurso de ABP, com a proposta de montagem de protótipos e a construção de cenários que substituíssem elementos prejudiciais ao meio ambiente, conforme abordado nas *Perguntas Start*. Para avaliar as respostas dos estudantes, utilizou-se uma rubrica pautada no critério "**Propostas e Soluções**".

Na primeira turma de estudantes (E01- E29), os resultados apontaram um desempenho elevado, conforme analisado com o uso de rubricas, conforme apresentado no Quadro 10. Das seis perguntas propostas, cinco delas obtiveram classificação avançada na rubrica, indicando que os estudantes desenvolveram propostas viáveis e inovadoras, integrando de maneira eficaz aspectos científicos, sociais e ambientais.

Quadro 10. Resultado da rubrica da turma 1 com critério “Proposta e Soluções”.

Turma 1	Estudantes	Desempenho			
		Mostrou desinteresse na elaboração de propostas ou apresentou ideias incoerentes. Insuficiente (1 ponto)	Apresentou uma proposta com pouca fundamentação ou clareza conceitual. Básico (5 pontos)	Propostas bem fundamentadas, mas com limitações na integração de conceitos. Proficiente (7 pontos)	Elaborou propostas viáveis e inovadoras, integrando aspectos científicos, sociais e ambientais. Avançado (10 pontos)
Pergunta Start 1	E1 - E5				Avançado
Pergunta Start 2	E6 - E10				Avançado
Pergunta Start 3	E11 - E15				Avançado
Pergunta Start 4	E16 - E20			Proficiente	
Pergunta Start 5	E21 - E25				Avançado
Pergunta Start 6	E26 - E29				Avançado

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Os estudantes identificaram as atividades humanas abordadas nos protótipos como principais contribuintes para as MCGs, incluindo a emissão de combustíveis fósseis, queimadas, lixões, desmatamento, pastagem, exploração madeireira e abertura de estradas. Essas atividades são amplamente discutidas na literatura científica, sendo apontadas como fontes críticas de emissão de gases de efeito estufa, intensificando o aquecimento global e a degradação ambiental (TUBIELLO et al., 2021).

Em resposta a esses desafios, os estudantes apresentaram alternativas sustentáveis em seus protótipos, destacando práticas que buscam mitigar os impactos das MCGs. As soluções incluíram o plantio de leguminosas, o uso de usinas de biomassa, sucessão secundária, enriquecimento florestal, sistemas agroflorestais e fontes de energia renovável, como gás hidrogênio, hidrelétricas e painéis solares. Essas alternativas fundamentam-se em uma compreensão contextual das necessidades regionais, destacando a importância de soluções que integrem tanto o impacto ecológico quanto a viabilidade socioeconômica. Altieri e Nicholls (2017) defendem a agricultura regenerativa e práticas agroecológicas como essenciais para a sustentabilidade e a resiliência dos ecossistemas, reforçando a pertinência das soluções apresentadas.

O grupo com os estudantes de E16 a E20 obteve desempenho proficiente, trazendo propostas bem fundamentadas, mas com algumas limitações na integração interdisciplinar ao

responder à pergunta 4: *“Em 64% dos municípios brasileiros, todo o lixo produzido é jogado em terrenos que não passam por nenhum tipo de controle. Os lixões contaminam o solo e a água, além de representar risco à saúde. Monte o cenário que representa a alternativa viável e sustentável, levando em consideração o reaproveitamento de resíduos orgânicos disponíveis.”* A principal dificuldade desse grupo foi compreender como ocorre a contaminação da água e do solo. Esse momento de reflexão foi proveitoso, pois possibilitou o esclarecimento sobre os processos de contaminação da água e do solo, bem como discutir alternativas para minimizar tais impactos. Por meio do protótipo educacional “Lixões”, investigamos as causas da contaminação e debatemos soluções sustentáveis, como o reaproveitamento de materiais, a implantação de usinas de biomassa, a produção de compostagem e a sucessão secundária, abordadas também a partir dos protótipos educacionais.

A contaminação do solo e da água causada por resíduos orgânicos pode ser minimizada por meio de práticas de tratamento e reaproveitamento sustentáveis. A compostagem, por exemplo, promove a decomposição controlada dos resíduos, reduzindo o volume de lixo e criando um composto rico em nutrientes para o solo, o que auxilia na substituição de fertilizantes sintéticos e melhora a saúde do solo (MOREIRA *et al.*, 2020). Outra alternativa é o uso de usinas de biomassa para a decomposição de resíduos orgânicos, que gera biogás como fonte de energia renovável e reduz a quantidade de resíduos destinados a aterros sanitários. Essa prática é vantajosa tanto do ponto de vista energético quanto ambiental, já que diminui a emissão de metano e a pressão sobre lixões (CORRÊA; OLIVEIRA, 2019). Outras práticas, como o uso de plantas específicas em áreas contaminadas, podem auxiliar na absorção de poluentes e promover a fitorremediação do solo. Plantas como o capim-vetiver são indicadas por seu potencial de absorver substâncias tóxicas, favorecendo a recuperação gradual do solo contaminado e a restauração do ecossistema (CARVALHO; SILVA, 2018).

Aplicando esse conhecimento, os estudantes propuseram uma usina de biomassa como alternativa sustentável para o reaproveitamento de resíduos orgânicos. Esse protótipo geraria biogás a partir da decomposição dos materiais orgânicos, configurando uma solução sustentável e eficiente para o cenário apresentado.

Na segunda turma de estudantes (E30-E34), conforme evidenciado no Quadro 11, as seis perguntas apresentadas foram respondidas com desempenho avançado pelos grupos de 1 a 5, de acordo com a análise das rubricas. No entanto, o grupo que desenvolveu o cenário sustentável com protótipos obteve desempenho proficiente ao abordar a questão relacionada

aos impactos das queimadas na região Amazônica. A pergunta contextualizava os incêndios que cobriam Manaus com uma “onda de fumaça”, originados nas áreas de Autazes e Careiro, conforme apontado pelo Ibama, e atribuídos às práticas de agropecuaristas (IBAMA, 2021). Os estudantes foram desafiados a identificar uma técnica para recuperar áreas afetadas pelas queimadas, com o objetivo de restaurar a biodiversidade aos níveis naturais do ecossistema, utilizando mudas ou sementes, além de criar um cenário sustentável que refletisse essa proposta.

Os estudantes consideraram duas alternativas sustentáveis: o plantio de leguminosas e a implementação de um sistema agroflorestal. Durante a discussão, foi ressaltado que o plantio de leguminosas é uma prática regenerativa significativa, uma vez que essas espécies têm a capacidade de fixar nitrogênio no solo, melhorando suas condições e promovendo um ambiente fértil para outras plantas. Estudos indicam que as leguminosas contribuem para a estruturação do solo e auxiliam na recuperação de áreas degradadas, oferecendo suporte ecológico para o restabelecimento de outras espécies vegetais (ALTIERI; NICHOLLS, 2017). Por outro lado, o sistema agroflorestal integra o cultivo de espécies nativas e agrícolas, criando um ambiente que simula a complexidade ecológica das florestas. Isso favorece a regeneração do solo e promove um microclima que facilita o retorno de uma rica diversidade vegetal e animal (SOUZA *et al.*, 2020).

Ao analisar a proposta da questão, a opção mais alinhada à recuperação da biodiversidade é o sistema agroflorestal, pois promove um restabelecimento mais eficaz das espécies e contribui para a restauração da estrutura ecológica local. Segundo Lima e Gomes (2020), "o ensino baseado em resolução de problemas, especialmente aqueles de caráter ambiental, fortalece a capacidade dos estudantes de aplicar conceitos para transformar suas realidades locais". Nesse contexto, o sistema agroflorestal é amplamente defendido como uma alternativa sustentável para áreas anteriormente degradadas pela agropecuária, proporcionando não apenas a recuperação da biodiversidade, mas também benefícios econômicos e ambientais a longo prazo. De acordo com Santos e Mendes (2019), a implementação de sistemas agroflorestais em regiões degradadas, como a Amazônia, tem o potencial de restaurar a resiliência do ecossistema, ao mesmo tempo em que oferece recursos agrícolas e melhora a saúde do solo.

Assim, a análise com rubricas (Quadro 11) permitiu uma avaliação qualitativa do desempenho dos estudantes, destacando a importância de práticas ecológicas adequadas ao contexto e o papel do sistema agroflorestal como uma estratégia sustentável para a recuperação de áreas afetadas pela pecuária e pelas queimadas.

Quadro 11. Resultado da rubrica da turma 2 com critério "Proposta e Soluções".

Turma 2	Estudantes	Desempenho			
		Mostrou desinteresse na elaboração de propostas ou apresentou ideias incoerentes. Insuficiente (1 ponto)	Apresentou uma proposta com pouca fundamentação ou clareza conceitual. Básico (5 pontos)	Propostas bem fundamentadas, mas com limitações na integração de conceitos. Proficiente (7 pontos)	Elaborou propostas viáveis e inovadoras, integrando aspectos científicos, sociais e ambientais. Avançado (10 pontos)
Pergunta Start 1	E30 - E34				Avançado
Pergunta Start 2	E35 - E39				Avançado
Pergunta Start 3	E40 - E44				Avançado
Pergunta Start 4	E45 - E49				Avançado
Pergunta Start 5	E51 - E53				Avançado
Pergunta Start 6	E55 - E58			Proficiente	

Fonte: Elaboração própria, 2024.

Portanto, a aplicação da aula criativa, em conjunto com o uso da rubrica, não apenas facilitou a mensuração do engajamento dos estudantes, mas também promoveu uma aprendizagem mais significativa, contextualizada em relação às questões sociais e ambientais.

No contexto da pesquisa, as percepções ambientais dos estudantes, quando desafiados a resolver problemas ambientais, foram influenciadas por diferentes correntes de pensamento que orientaram suas reflexões e propostas de ação. O critério "**Correntes Ambientais**" foi utilizado para mapear essas percepções, considerando como os estudantes interagem com conceitos relacionados à sustentabilidade e às MCGs.

A análise mostrou que, ao interagir com os problemas ambientais, os estudantes passaram a incorporar conceitos que fundamentam suas perspectivas de ação sobre as MCGs. Esse comportamento foi evidenciado ao longo das atividades desenvolvidas na sequência didática, em que as diferentes correntes de pensamento se manifestaram de forma clara.

A **Corrente Conservacionista** se manifestou nas discussões dos estudantes sobre o tratamento de solos e águas contaminadas. Eles propuseram soluções que visavam a "conservação" dos recursos naturais, com foco tanto na qualidade quanto na quantidade desses recursos. Esse pensamento está de acordo com a definição apresentada por Gadotti

(1996), que destaca a importância da preservação ambiental para garantir a continuidade dos processos ecológicos.

Além disso, a **Corrente Resolutiva** ficou evidente quando os estudantes, ao analisar problemas ambientais relacionados às MCGs, começaram a apresentar alternativas para mitigar seus impactos. Eles discutiram soluções práticas e viáveis, o que revela uma abordagem crítica e propositiva em relação aos problemas ambientais, alinhada com o diagnóstico problematizador defendido por Freire (1996). Essa atitude reflexiva buscou entender as causas das MCGs e propor transformações, atuando diretamente sobre as realidades que eles enfrentam.

A **Ecoeducação** também emergiu nos relatos dos estudantes, que compartilharam experiências do dia a dia nas quais refletiram sobre sua autoformação e as ações coletivas necessárias para reduzir os impactos ambientais. Como afirmado por Caldart (2014), a ecoeducação não se limita ao ensino formal, sendo uma abordagem que visa transformar a consciência ambiental dos indivíduos por meio de práticas diárias e iniciativas coletivas.

A construção de cenários com protótipos permite que os estudantes expressem uma visão fundamentada na **Corrente da Sustentabilidade**, que busca promover o desenvolvimento econômico de maneira integrada aos aspectos sociais e ambientais, contribuindo para uma sustentabilidade efetiva (BARBIERI, 2005). A metodologia aplicada nas aulas reflete uma abordagem da **Corrente Prática**, enfatizando a aprendizagem por meio da ação, onde a vivência prática é central para a formação dos estudantes (SAVIANI, 2008). Essa perspectiva está intimamente relacionada ao conceito de pesquisa-ação, que visa promover mudanças significativas no contexto social e ambiental em que os alunos estão inseridos (THIOLLENT, 2011).

Ademais, a prática pedagógica evidenciou a relevância das rubricas para a avaliação qualitativa do desempenho discente. Conforme argumentam Santos e Souza (2019), "rubricas bem estruturadas permitem aos estudantes compreenderem as expectativas do professor e oferecem critérios claros para autoavaliação e aprimoramento contínuo". Esse instrumento favoreceu a observação de aspectos colaborativos e possibilitou o acompanhamento do desenvolvimento das competências previstas.

3. 3. Avaliação Final

Além das rubricas de aprendizagem como forma de avaliação contínua ao longo das aulas, a culminância da avaliação envolveu duas atividades principais: uma roda de conversa e a socialização dos croquis elaborados sobre cidades sustentáveis. Durante a roda de

conversa, os estudantes apresentaram seus entendimentos e os conceitos científicos aprimorados, relacionando suas propostas ao meio ambiente e discutindo a sensibilização para mudanças em atitudes e responsabilidades. Segundo Freire (2019), o diálogo é fundamental para a construção do conhecimento, pois possibilita a troca de saberes e fomenta uma reflexão crítica sobre a realidade.

Os estudantes foram convidados a responder questões norteadoras e a discutir, de forma colaborativa, suas percepções sobre conceitos e alternativas sustentáveis (Figura 53).

Figura 53. Participação dos estudantes na Roda de Conversa.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Para estruturar a análise da roda de conversa, empregou-se o método de Análise de Conteúdo de Bardin (2016), seguindo as três etapas fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. A seguir, detalha-se cada uma dessas fases.

a) Pré-Análise

Na fase de pré-análise, o material coletado foi organizado conforme os procedimentos descritos por Bardin (2016), compreendendo: 1) leitura inicial dos dados para familiarização com as respostas dos participantes; 2) identificação de trechos representativos das ideias centrais relacionadas às perguntas norteadoras; e 3) criação de categorias com base nos temas emergentes das respostas (tais como o conceito de mudanças climáticas, tipos de energias e medidas de mitigação).

b) Exploração do Material

Nesta etapa, o conteúdo das respostas foi analisado e organizado em categorias estabelecidas previamente. Abaixo, são apresentadas as perguntas norteadoras e uma síntese da análise por categoria.

Pergunta 1: "O que são mudanças climáticas (MCs)?"

Na definição de mudanças climáticas, os participantes utilizaram expressões como “aquecimento global”, “mudanças de temperatura” e “fenômenos extremos”, demonstrando uma compreensão inicial e conceitual. Foram criadas subcategorias para análise, incluindo: Causas percebidas das mudanças climáticas, Impactos associados e Nível de compreensão científica.

Na categoria "Causas percebidas", o estudante E07 relatou que, *“Após as aulas e durante a construção dos protótipos, identifiquei causas das mudanças climáticas como a emissão de gases que vêm dos combustíveis fósseis, criação de gado e lixões que contaminam o solo e prejudicam as plantas”*. O estudante E25 complementou, mencionando que *“As queimadas estão com mais frequência no período da seca em Manaus e contribuem para a mudança de clima”*. Já E014 descreveu as mudanças climáticas como *“alterações na temperatura”*. Essas respostas indicam que os estudantes compreendem os impactos das ações humanas no clima e os aspectos fundamentais das mudanças climáticas, corroborando com as discussões de Mendonça *et al.* (2020) sobre a importância da compreensão científica desses processos.

Pergunta 2: "O que são energias renováveis e não renováveis?"

Os participantes descreveram energias renováveis e não renováveis, mencionando exemplos específicos. As categorias analisadas incluíram: Fontes de energia mencionadas, Conhecimento dos impactos ambientais e Preferências por tipos de energia.

O estudante E1 destacou fontes renováveis como *“solar e eólica”*, de modo coletivo eles mencionaram que a energia solar já está sendo bastante utilizada no NORte, porém a energia eólica ainda não tem devido o clima e baixa de ventos na região norte, mas que no Nordeste utilizam bastante, enquanto E11 comentou sobre a *“energia hidrelétrica”*, aproveitamos para falar sobre o caso da usina de Balbina, que, embora se apresente como uma alternativa renovável, gerou impactos ambientais negativos devido ao planejamento inadequado. Em relação às energias não renováveis, E28 citou a *“usina termelétrica como uma fonte poluente”*, enquanto E03 lembrou da *“energia nuclear”*, ressaltamos que o urânio, embora eficiente, não é regenerado na natureza”. Segundo Brito e Cordeiro (2022), a crítica ao planejamento de tais projetos é central para compreender como o aproveitamento de recursos deve ser pautado por princípios sustentáveis e regionais.

Pergunta 3: "Quais medidas individuais e coletivas podem ser adotadas para minimizar os impactos das MCGs?"

As respostas à pergunta sugeriram temas como *“economizar energia”*, *“reduzir consumo de produtos não biodegradáveis”* e *“implementação de políticas públicas”*. Foram analisadas as categorias: Medidas individuais, Medidas coletivas e Viabilidade.

O estudante E10 sugeriu que como atitude individual seria *“evitar jogar lixo nas ruas ajuda a proteger o meio ambiente”*, enquanto E55 enfatizou o *“uso consciente da água”*. E56 sugeriu a *“reciclagem de PET e papelão”* e mencionou a necessidade de *“limpeza dos igarapés e ruas pela prefeitura”*. E32 propôs a *“diminuição de queimadas e destacou a necessidade de fiscalização”*. As falas refletem uma compreensão dos estudantes sobre a responsabilidade compartilhada e a importância das ações governamentais, em consonância com Souza (2021), que discute o papel das políticas públicas na sustentabilidade ambiental.

Pergunta 4: "Qual a relação entre as mudanças climáticas e a Amazônia?"

Os estudantes relacionaram a Amazônia ao desmatamento, biodiversidade e contaminação de áreas. As categorias analisadas incluíram: Percepção do papel da Amazônia no clima global, Ameaças específicas à região e Importância da Amazônia para a mitigação das MCGs.

O estudante E2 afirmou que *“as mudanças climáticas prejudicam a fotossíntese das plantas”*, enquanto E4 destacou a contaminação do solo. E20 ressaltou que *“a Amazônia é essencial para minimizar os impactos das mudanças climáticas, pois as árvores ajudam na troca de gases com a atmosfera”*. As respostas mostram uma consciência ambiental avançada, alinhada com a importância da Amazônia para o equilíbrio climático, como apontam Nobre e Borma (2021), que defendem o papel fundamental da floresta na regulação dos gases atmosféricos.

c) Tratamento dos Resultados

A organização dos dados permitiu inferências mais amplas. As respostas indicaram que os estudantes veem a Amazônia como vital para o equilíbrio climático global e reconhecem a necessidade de responsabilidade ambiental, tanto individual quanto coletiva. Essa visão se alinha ao estudo de Nobre e Borma (2021), que destaca a relevância da floresta amazônica para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Ao analisar as respostas agrupadas por categoria, observou-se que os estudantes compreendem o papel da Amazônia na mitigação das MCGs e identificam ações coletivas e políticas públicas como essenciais para a sustentabilidade. A construção de inferências sugere

um consenso sobre a importância da Amazônia e uma visão integrada das ações necessárias para a preservação ambiental.

Como segunda intenção de avaliar os conhecimentos adquiridos e promover a disseminação dos conteúdos abordados, foi realizada a “Socialização dos Cartazes”, que continham desenhos de cidades sustentáveis elaborados pelos estudantes. Esta atividade foi concebida como parte da proposta de criação de croquis, os quais foram apresentados aos demais discentes, configurando um momento rico em discussões e reflexões. Os estudantes expressaram suas percepções acerca do planejamento de cidades sustentáveis, refletindo de maneira criativa e contextualizada.

A Figura 54 documentou a participação dos estudantes da Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima na implementação da sequência didática, marcando o encerramento do projeto de pesquisa. Este evento representou uma etapa significativa no percurso formativo dos estudantes, evidenciando o compromisso com a formação de futuros multiplicadores de conhecimento. Assim, os estudantes foram capacitados para enfrentar os desafios contemporâneos, além de estarem aptos a compartilhar informações essenciais sobre as MCGs e a propor alternativas sustentáveis viáveis para contextos reais.

Figura 54. Estudantes participantes da sequência didática.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

Tal experiência não apenas contribuiu para a formação acadêmica, mas também para a formação cidadã dos estudantes, promovendo a conscientização ambiental e a responsabilidade social. A atividade estimulou a criatividade dos participantes e possibilitou a expressão gráfica de suas ideias sobre como as cidades poderiam ser mais sustentáveis. A socialização dos croquis em grupo fomentou discussões significativas, nas quais os estudantes

avaliaram e refletiram sobre as diversas abordagens apresentadas, estimulando o aprendizado colaborativo e a troca de experiências.

3.3.1. Uso dos Protótipos Educacionais

Os resultados obtidos demonstraram que o uso de protótipos educacionais como estratégia para a compreensão das MCGs e das fontes de energia renováveis e não renováveis promoveu uma aprendizagem profunda e efetiva. Essa abordagem viabilizou a construção de conhecimentos que, além de ampliar a compreensão dos fenômenos ambientais, incentivaram ações práticas voltadas à preservação ambiental.

Segundo Maria Inês Higuchi (2005), "o uso de simulações no ensino possibilita que o estudante compreenda de forma mais concreta os processos ambientais, proporcionando uma visão sistêmica e integrada, frequentemente inalcançável por metodologias tradicionais". Essa perspectiva ressalta a relevância de métodos práticos e imersivos no contexto educacional.

Durante as atividades, observou-se um avanço significativo nas habilidades cognitivas dos estudantes, como pensamento crítico, resolução de problemas e tomada de decisões. A utilização de protótipos favoreceu a interação direta com os problemas ambientais, ampliando a compreensão sobre os impactos das ações humanas no meio ambiente e a importância das fontes de energia sustentáveis.

Essa metodologia também possibilitou a integração de conceitos interdisciplinares, unindo ciências naturais, tecnologia e cidadania ambiental. Conforme destacado por Caldart (2014), práticas pedagógicas que integram teoria e prática são fundamentais para promover conscientização e mobilização em prol de ações ambientais responsáveis. A construção de protótipos em sala de aula, simulando cenários reais, permitiu aos estudantes visualizarem desafios ambientais e identificar soluções para mitigá-los.

A pesquisa reforçou que as simulações e os protótipos proporcionaram uma visão holística dos processos naturais e antrópicos, frequentemente negligenciada por abordagens didáticas tradicionais. Como afirma Saviani (2008), o aprendizado prático fortalece a formação crítica e engajada, promovendo a internalização de valores éticos e ambientais essenciais.

A análise e construção de protótipos possibilitaram aos estudantes não apenas assimilar conceitos teóricos, mas também aplicá-los de forma prática, buscando soluções para desafios ambientais. Papert (1980) destaca que a aprendizagem baseada na construção ativa

favorece uma vivência mais concreta dos conceitos, resultando em um aprendizado significativo e duradouro.

O processo de criação de protótipos, ao integrar conhecimentos sobre fontes de energia renováveis e não renováveis, estimulou reflexões sobre os impactos ambientais dessas fontes. Como sugere Piaget (1972), a aprendizagem vivencial permite que os estudantes contextualizem e transformem suas ideias por meio da experiência prática. Além disso, a resolução de problemas por meio da análise dos protótipos reforçou o pensamento crítico, alinhando-se à visão de Vygotsky (1998) de que a conexão da aprendizagem com questões práticas promove maior compreensão e interação com o conteúdo.

O uso de protótipos também facilitou a integração de conceitos de sustentabilidade em um contexto holístico, contribuindo para a formação de uma consciência ambiental crítica. A experiência prática no enfrentamento de desafios ligados às MCGs levou os estudantes a um compromisso mais direto com a preservação ambiental. Segundo Barbieri (2005), a construção de cenários sustentáveis evidencia que o desenvolvimento equilibrado entre as dimensões econômica, social e ambiental é essencial para fortalecer a sustentabilidade no pensamento jovem.

Portanto, o uso de protótipos demonstrou-se uma estratégia pedagógica eficaz para atingir os objetivos do estudo. Essa abordagem proporcionou aos estudantes uma compreensão aprofundada das MCGs e das fontes de energia, além de desenvolver habilidades críticas, como análise, síntese e resolução de problemas, essenciais para promover a sustentabilidade ambiental.

A seguir, será apresentado o capítulo referente ao produto educacional desenvolvido com base na aplicação desta pesquisa, cujo objetivo é consolidar o aprendizado adquirido ao longo deste estudo, permitindo suas futuras aplicações e embasando novas abordagens pedagógicas.

PRODUTO EDUCACIONAL E VALIDAÇÃO

Neste capítulo, será apresentado o produto educacional criado com base nesta pesquisa, incluindo uma descrição detalhada de sua estrutura e uma análise do processo de validação realizado.

4. 1. Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégia para Preservação Ambiental

O produto educacional apresenta-se na forma de uma cartilha intitulada "**Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégia para Preservação Ambiental**", estruturada em uma sequência didática para o aprofundamento sobre as MCGs. Essa cartilha explora causas e consequências das MCGs, bem como as características das fontes de energia renováveis e não renováveis, com ênfase na preservação ambiental. Utilizando a metodologia da ABP como estratégia principal, a cartilha fomentar uma educação ambiental crítica e ativa. O objetivo é capacitar os estudantes a compreenderem os impactos de suas ações individuais e coletivas no meio ambiente, promovendo reflexões e o desenvolvimento de soluções práticas para os desafios ambientais contemporâneos.

A **validação do produto** foi realizada através de um questionário de avaliação da sequência didática aplicado aos estudantes do 1º ano do ensino médio. Esses questionários analisaram tanto a eficácia quanto a relevância dos conteúdos apresentados, assim como o engajamento e o interesse dos discentes pela temática ambiental. Os resultados mostraram uma aceitação significativa e evidenciaram um aumento no interesse dos estudantes pelo tema, confirmando o impacto positivo da abordagem adotada.

Conforme explica Zabala (2015), as sequências didáticas permitem um processo educativo contínuo e dinâmico, que inclui as fases de **planejamento, aplicação e avaliação**, o que contribui para uma formação integral dos estudantes. Assim, a cartilha foi elaborada com uma dinâmica que favorece a **imersão e interação** dos estudantes em todas as etapas, estimulando a ressignificação de suas ações por meio de práticas ecologicamente responsáveis e refletindo sobre o papel ativo que podem assumir na preservação ambiental.

A cartilha está organizada em três seções principais, cada uma dedicada a uma etapa do processo de conscientização e aprendizado sobre as MCGs. Além disso, o material serve como um recurso valioso para educadores, orientando a aplicação da sequência didática e incentivando o engajamento dos estudantes em ações práticas para mitigar os impactos das MCGs:

Seção 1: Vamos conversar? De olho no clima.

Na primeira seção, intitulada "*Vamos conversar? De olho no clima*", os estudantes são introduzidos ao conceito de mudanças climáticas por meio de uma aula expositiva dialogada. Esse momento inicial tem o objetivo de esclarecer a diferença entre *tempo* e *clima*, incentivando os estudantes a refletirem sobre suas próprias observações e percepções climáticas ao longo do ano. Nesta fase, a atividade de diálogo permite que os estudantes

compartilhem suas impressões e levantem hipóteses sobre as causas e os efeitos das mudanças observadas no clima. Ao final da seção, os estudantes são levados a compreender que o conhecimento profundo sobre MCGs e suas implicações é essencial para promover atitudes responsáveis no combate às questões ambientais.

Seção 2: Mas por que de tanta mudança climática? Vamos explorar as causas e consequências?

A segunda seção, "*Mas por que de tanta mudança climática? Vamos explorar as causas e consequências?*", é dedicada à exploração aprofundada das principais causas e consequências das MCGs. Em uma aula dialogada e expositiva, os estudantes são levados a entender como fatores globais e regionais, especialmente na Amazônia, influenciam o clima. Além disso, são apresentados temas fundamentais como os *Objetivos de Desenvolvimento Sustentável* (ODS) da ONU, energias renováveis e não-renováveis, e o ciclo biogeoquímico, abordando as interações entre clima, fauna e flora. Ao final desta seção, os estudantes têm uma visão mais clara das ações humanas que agravam as mudanças climáticas, reconhecendo a gravidade das suas consequências ao longo do tempo e desenvolvendo uma consciência crítica sobre a necessidade de práticas sustentáveis.

Seção 3: Hora de criar e resolver.

Na terceira e última seção, "*Hora de criar e resolver*", os estudantes aplicam os conhecimentos adquiridos na prática. Baseando-se nas alternativas sustentáveis e nas mudanças de hábitos individuais e coletivos discutidas, eles participam da construção de *protótipos educacionais* que simulam cenários reais, explorando soluções para problemas ambientais. A atividade prática permite que os estudantes experimentem a ABP, onde, a partir de perguntas instigantes, eles refletem e discutem sobre formas de minimizar os impactos das MCGs. Nessa etapa, os estudantes idealizam cidades sustentáveis em cartazes, refletindo sobre acesso científico, socioeconômico e ambiental como forma de aprofundar a aprendizagem e contextualizando os conhecimentos adquiridos. Como culminância da sequência, os professores promovem um momento de conversa, revisitando os saberes construídos e promovendo uma discussão aberta com a turma sobre as implicações do aprendizado.

A cartilha "**Mitigando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégia para Preservação Ambiental**" está ilustrada na Figura 55 abaixo, trazendo uma proposta visualmente atrativa e organizada para facilitar o engajamento dos estudantes e acompanhamento de professores para maximizar a experiência de aprendizagem em cada uma de suas etapas.

Figura 55. Capa do Produto Educacional.



Fonte: Elaboração Própria, 2024.

4. 2. Avaliação da Sequência Didática

A avaliação da sequência didática foi conduzida por meio de um questionário (APÊNDICE E), com o objetivo de investigar a percepção dos estudantes sobre o desenvolvimento da proposta pedagógica. A aplicação do questionário possibilitou tanto a autoavaliação dos estudantes quanto a coleta de feedbacks sobre a experiência de aprendizagem. Conforme ilustrado na Figura 56, o incentivo à autoavaliação, em que os estudantes refletem sobre sua própria aprendizagem, é uma prática recomendada por

Perrenoud (2002). Os feedbacks qualitativos dos estudantes revelaram não apenas o impacto da metodologia adotada, mas também permitiram a identificação de lacunas que podem ser abordadas em encontros futuros.

Figura 56. Participantes da pesquisa na avaliação da Sequência Didática.



Fonte: Acervo pessoal, 2024.

A avaliação foi organizada em dez questões fechadas, elaboradas para captar percepções sobre a metodologia, relevância e impacto dos conteúdos trabalhados. A Figura 57 apresenta um gráfico com os resultados obtidos, refletindo a percepção dos estudantes sobre os diferentes aspectos metodológico. Os dados revelaram uma predominância de respostas positivas, com altas taxas de concordância quanto à adequação da metodologia, à contextualização do tema, à eficácia dos recursos empregados e ao engajamento nas atividades práticas. As poucas respostas negativas e parciais ressaltam o êxito da sequência didática em promover um aprendizado colaborativo e contextualizado sobre sustentabilidade e MCGs.

Figura 57. Questionário de avaliação da sequência didática.



Fonte: Elaboração Própria, 2024.

Em relação à adequação da metodologia, 98,3% dos estudantes (57 respostas "Sim") consideraram a sequência didática apropriada para a abordagem das mudanças climáticas e alternativas sustentáveis. Esse dado evidencia a eficácia da metodologia empregada, sustentada pela literatura, como destaca Perrenoud (2002), que aponta a relevância de métodos dinâmicos na construção do conhecimento. No que se refere ao interesse e contextualização do tema, 100% dos estudantes (58 respostas "Sim") afirmaram que o tema das aulas foi interessante e bem contextualizado, evidenciando que a conexão com o cotidiano dos discentes é fundamental para o engajamento e a significação do aprendizado. Esse dado corrobora os resultados da Pergunta 3, em que todos os estudantes (58 respostas, 100%) consideraram os conteúdos abordados atuais e relevantes para seu contexto.

Quanto à compreensão e ao estímulo ao diálogo, a utilização de recursos visuais, como imagens e vídeos, foi amplamente apreciada, com 98,3% dos estudantes (57 respostas "Sim") indicando que tais materiais facilitaram a compreensão dos temas e promoveram o diálogo em sala de aula. Esse resultado reforça a importância de uma abordagem multimodal de ensino, que favorece a construção de significados de forma acessível e integrada. A participação ativa e a satisfação dos estudantes também foram evidentes, uma vez que todos os respondentes (58 respostas, 100%) consideraram interessante a construção de protótipos relacionados ao tema. Esse resultado aponta para o impacto positivo do aprendizado prático, no qual a manipulação de materiais e a resolução de problemas reais reforçam a ligação com o

conteúdo abordado. Além disso, a clareza e o acompanhamento da professora pesquisadora foram altamente avaliados, como indicado nas Perguntas 7 e 8, com 100% dos estudantes (58 respostas "Sim") afirmando que as atividades foram esclarecidas adequadamente e que a professora acompanhou todas as etapas da sequência didática.

No que diz respeito ao comprometimento e colaboração em equipe, 98,3% dos estudantes (57 respostas "Sim") relataram uma participação em grupo responsável, comprometida e interessada, o que sugere o fortalecimento de habilidades socioemocionais essenciais, como responsabilidade e cooperação. Esse resultado indica que a sequência didática fomentou um ambiente de aprendizagem colaborativo e positivo. Em relação à compreensão da temática, todos os participantes (58 respostas, 100%) consideraram que as atividades permitiram a assimilação dos conteúdos complexos relacionados às mudanças climáticas e à sustentabilidade.

A análise qualitativa dos comentários finais dos estudantes (Pergunta 11) revelou uma compreensão aprofundada sobre MCGs e alternativas sustentáveis. Os estudantes destacaram que a construção de protótipos auxiliou na compreensão de problemas contemporâneos, reforçando a eficácia das metodologias práticas no ensino de temas complexos. Essa abordagem prática, aliada à reflexão e à autoavaliação, promoveu o engajamento dos discentes e favoreceu o desenvolvimento de uma consciência ambiental e crítica, corroborando estudos que enfatizam o valor da prática ativa no processo de ensino-aprendizagem (Perrenoud, 2002).

Os resultados evidenciam que a sequência didática alcançou plenamente seus objetivos pedagógicos, promovendo, além do domínio técnico, o desenvolvimento de competências colaborativas e reflexivas essenciais à formação cidadã, fruto da implementação de metodologias ativas. Esses achados corroboram a argumentação de Libâneo (2015), que sustenta a incorporação de metodologias ativas no processo educativo como estratégia fundamental para promover uma aprendizagem significativa e colaborativa.

Por fim, este produto educacional cumpre a importante função de aproximar os estudantes das questões ambientais contemporâneas, estimulando uma reflexão crítica sobre as causas e consequências das MCGs. A cartilha propõe uma abordagem dinâmica e interativa, que permite os estudantes não só adquirir conhecimentos científicos, mas também desenvolver habilidades como o pensamento crítico, tomada decisão e a colaboração.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da pesquisa aplicada, destaca-se que a implementação de protótipos educacionais interativos no contexto das MCGs é uma estratégia pedagógica eficaz para fomentar uma educação ambiental crítica e reflexiva, incentivando a conscientização e o engajamento dos estudantes em práticas de preservação ambiental. A investigação demonstrou que o uso de protótipos promoveu uma compreensão mais aprofundada sobre as MCGs e as fontes de energia renováveis, assim como alternativas sustentáveis, mobilizando nos estudantes uma postura ativa diante dos desafios ambientais contemporâneos. Para Freire (2000), a educação deve "formar cidadãos críticos, capazes de transformar sua realidade," e a inserção de protótipos educacionais está alinhada a essa perspectiva ao oferecer experiências de aprendizado que combinam reflexão e ação de forma integrada.

Embora os documentos norteadores e livros didáticos ofereçam uma visão geral sobre as MCGs, ainda apresentam limitações quanto ao aprofundamento nas causas, consequências e práticas de mitigação. Nesta perspectiva, os relatórios do IPCC, é primordial que a educação sobre mudanças climáticas vá além da teoria e capacite os estudantes para uma cidadania ambiental ativa (IPCC, 2021).

A criação de situações reais para reflexão sobre os impactos ambientais decorrentes das MCGs e do uso de fontes de energia não renováveis, foi alcançado por meio de atividades que incluíram análise de cenários e discussões sobre o papel das energias renováveis na mitigação dos impactos ambientais. Nesse processo, os estudantes foram incentivados a refletir sobre as consequências das ações humanas e, segundo Barbieri (2011), "a aprendizagem ativa permite ao aluno não apenas conhecer, mas também ressignificar suas práticas e escolhas com base em um novo entendimento do contexto ambiental."

A montagem de protótipos consolidou-se como uma estratégia didática eficaz para aprofundar a compreensão dos estudantes sobre as MCGs e alternativas sustentáveis. Essa prática proporcionou a oportunidade de visualizar e abordar problemas ambientais reais, incentivando os estudantes a idealizarem soluções viáveis para questões complexas. Sob a perspectiva da ABP, conforme destacado por Santos e Cunha (2017), essa abordagem "desenvolve no estudante habilidades de investigação e resolução de problemas," competências indispensáveis para uma educação ambiental comprometida com a transformação social.

As percepções ambientais dos estudantes a partir da resolução de problemas, pode-se concluir que as diferentes correntes ambientais identificadas durante a pesquisa desempenharam um papel importante na construção e manifestação das percepções dos estudantes. Ao serem desafiados a resolver problemas ambientais, os estudantes puderam não

só aplicar conceitos teóricos, mas também se engajar ativamente com as questões que afetam o seu entorno, seja por meio da preservação dos recursos naturais, da busca por soluções sustentáveis, ou da reflexão sobre as causas e impactos das MCGs. A resolução de problemas permitiu que as percepções dos estudantes se tornassem mais profundas e orientadas para a ação, principalmente por meio de uma abordagem crítica e propositiva, que favorece tanto a conscientização quanto a busca por alternativas efetivas para a mitigação dos problemas ambientais.

A sequência didática como produto educacional, culminou em uma proposta replicável em diferentes contextos educativos, ampliando o alcance dos temas ambientais e fomentando uma consciência crítica entre os jovens. Essa sequência didática ofereceu um modelo prático que integra conteúdos teóricos e atividades interativas, contribuindo para uma aprendizagem significativa e voltada para a formação cidadã.

Entre os impactos positivos observados, destaca-se o aumento do interesse e envolvimento dos estudantes com a temática ambiental. Assim, o uso de protótipos educacionais no ensino básico pode constituir-se como uma estratégia relevante para a disseminação da educação ambiental crítica, reforçando o papel da escola na formação de cidadãos engajados e comprometidos com a sustentabilidade. Para Loureiro e Lima (2014), "a educação ambiental crítica incentiva o engajamento ativo e a transformação social," destacando o papel das instituições de ensino na construção de uma sociedade consciente de sua responsabilidade ambiental.

Por fim, este estudo evidencia que a adoção de abordagens pedagógicas interativas, como os protótipos educacionais, configura-se como um recurso promissor para a promoção de uma educação ambiental de qualidade. Ao proporcionar experiências práticas que conectam teoria e realidade, este produto educacional contribui para a formação de uma geração mais bem informada e comprometida com a preservação do meio ambiente, alinhando-se aos princípios dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) da ONU e às competências da Base Nacional Comum Curricular.

REFERÊNCIAS

- AGÊNCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. **World Energy Outlook 2023**. Paris: IEA, 2023. Disponível em: www.iea.org/reports/world-energy-outlook-2023. Acesso em: 16 set. 2024.
- ALMEIDA, R. G.; DURIGAN, M. **Sistemas agroflorestais: abordagem para o manejo e conservação de recursos naturais**. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 14, n. 2, p. 70-84, 2019.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I. **Agroecology: Science and Politics**. CRC Press, 2017.
- AMAZONAS. Secretaria de Estado de Educação e Qualidade do Ensino. **Referencial Curricular do Estado do Amazonas: educação infantil e ensino fundamental**. Manaus: SEDUC-AM, 2019. p. 470.
- ANDRADE, H. Using rubrics to promote thinking and learning. **Educational Leadership**, v. 57, n. 5, p. 13-18, 2000.
- AUSUBEL, D. P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.
- ARAÚJO, Maria Helena Peres de. **Avanços do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 13 no combate às mudanças climáticas e sua importância no contexto atual**. 2022. 40 f. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) - Centro de Tecnologia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2022.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BARTON, David N. **Sustainability and the Triple Bottom Line: The Role of Environmental and Social Considerations in Business Decisions**. Cambridge University Press, 2020.
- BARBIERI, J. C. **Sustentabilidade e educação: práticas e desafios**. São Paulo: Cortez, 2005.
- _____. **Gestão ambiental empresarial: conceitos, modelos e instrumentos**. 2ª ed. São Paulo: Saraiva, 2011.
- BENDER, W. N. **Aprendizagem baseada em projetos: a educação diferenciada para o século XXI**. Tradução de Fernando de Siqueira Rodrigues. Porto Alegre: Penso, 2015.
- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2016.
- BORGES, F. F. BATAGHIN, F. A. OLIVEIRA, T. V. **Estudo sobre as mudanças climáticas nos últimos anos da educação básica em Jaboticabal (SP)**. Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA), v. 16, n. 4, p. 60-79, 2021.
- BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª Edição. Editora: Pearson Prentice Hall. 2005.

BRAGA, S. M. **Fontes de energia renováveis: desafios e oportunidades**. São Paulo: Editora XYZ, 2005.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: Senado Federal, 1988.

_____. **Base Nacional Comum Curricular**. Ministério da Educação, 2018.

_____. **Lei de Diretrizes e Bases**. Lei 9394, 23 de dezembro de 1996. Diário Oficial da União, Brasília, 1996.

_____. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nos 9.394, de 20 de dezembro de 1996. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 17 set. 2024.

_____. Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2002.

_____. Ministério da Educação (MEC). Secretaria de Educação Média e Tecnologia. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 1999.

_____. Ministério da Educação. **Referenciais Curriculares para elaboração dos itinerários formativos**. Brasília, DF: MEC, 2018.

_____. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações (MCTIC). **Brasil é referência no campo da energia limpa e renovável**. Disponível em: <<https://www.gov.br/pt-br/noticias/energia-minerais-e-combustiveis/2021/10/brasil-e-referencia-no-campo-da-energia-limpa-e-renovavel>> Acesso em: 25 de jun. 2023.

_____. O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações e Comunicações (MCTIC). Secretaria de Programas de Pesquisa e Desenvolvimento. Coordenação-Geral do Clima. **Acordo de Paris**. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/acordo-de-paris-e-ndc/arquivos/pdf/acordo_paris.pdf> Acesso em: 07 de set. 2022.

_____. **Relatório sobre a matriz energética brasileira**. Brasília: Governo Federal, 2022.

BRITO, L. F.; CORDEIRO, M. L. **Energia e Sustentabilidade: Desafios e Perspectivas**. São Paulo: Edusp, 2022.

CALDART, R. F. **Ecoformação: um desafio para a educação ambiental**. São Paulo: Editora UNESP, 2014.

CANDIDO, Luiz Antonio *et al.* **O clima atual e futuro da Amazônia nos cenários do IPCC: a questão da savanização**. Ciência e Cultura, v. 59, n. 3, p. 44-47, 2007.

CANDIDO, L. A.; HALL, D. H.; MACHADO, J. de J.; FARIAS, C. de S.; MONTE, M. J. de M.; TIMOTEO, G. G.; OLIVEIRA, R. da C.; ZANUSSO SOUZA, F. A. **Uma viagem no tempo: um olhar para a temperatura e o calor na cidade de Manaus**. Manaus: Editora INPA, 2021. p. 7.

CARVALHO, L. M. (2006). **A temática ambiental e o processo educativo: dimensões e abordagens**. In: CINQUETTI, H. S. & LOGAREZZI, A. (Org.). **Consumo e resíduos: fundamentos para o trabalho educativo**. São Carlos: EdUFSCAR, p. 19-41.

CARVALHO, I. C. M. **Educação Ambiental: a formação do sujeito ecológico**. Docência em formações problemáticas transversais. Editora Cortez. 2ª edição. 2006. p. 24.

CARVALHO, M.; SILVA, L. **Uso de plantas na recuperação de áreas degradadas: Fitorremediação de solos contaminados**. *Revista de Ciência Ambiental*, v. 15, n. 2, p. 34-42, 2018.

CORRÊA, R. S.; OLIVEIRA, A. P. **Energia e resíduos sólidos urbanos: uma análise da viabilidade das usinas de biogás no Brasil**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 6, p. 421-428, 2019.

CHAZDON, R. L.; URIARTE, M. **Regeneração florestal no Brasil: sucessão e enriquecimento**. *Ambiente & Sociedade*, v. 19, n. 2, p. 137-153, 2016.

CNN BRASIL. Paraguassu, L. **Estudo: Desmatamento na Amazônia pode expor 12 mi de brasileiros a calor extremo**. Reuters. 2021. Disponível em: <<https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/desmatamento-e-clima-ameacam-economia-natureza-e-vida-na-amazonia-diz-estudo/>>. Acesso em: 07 de set. de 2022.

CORREIA, Francis Wagner Silva et al. **Balanço de umidade na Amazônia e sua sensibilidade às mudanças na cobertura vegetal**. *Ciência e Cultura*, v. 59, n. 3, p. 39-43, 2007.

CAVALCANTI, C. **Educação Interdisciplinar: Reflexões sobre o ensino das mudanças climáticas**. *Revista de Educação Ambiental*, v. 15, n. 2, p. 45-58, 2021.

COVEY, Kristofer et al. **Carbon and Beyond: The Biogeochemistry of Climate in a Rapidly Changing Amazon**. *Frontiers in Forests and Global Change*. Volume 4. 2021. Article 618401. Disponível em: <<https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/ffgc.2021.618401/ful>>. Acesso em: 28 de ago. de 2022.

CONFALONIERI, U. E. C. et al. **Saúde na era das mudanças climáticas globais**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2014.

CRESWELL, John W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativos, quantitativos e mistos**. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

_____. **Research design: qualitative, quantitative, and mixed methods approaches**. 4. ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2014.

_____. **Pesquisa qualitativa: Projeto e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Penso, 2018.

CRESWELL, John W.; CRESWELL, J. David. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 5. ed. Porto Alegre: Penso, 2021.

EPE. Empresa de Pesquisa Energética. **Fontes de Energias**. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/abcdenergia/fontes-de-energia>. Acesso em: 01 de out de 2022.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Recuperação de solos degradados com leguminosas**. Brasília: EMBRAPA, 2021.

FOLHA DE SÃO PAULO. São Paulo: Grupo Folha, 2022. **Folha organiza seminário sobre ações do Brasil e do mundo após a COP26**. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/seminariosfolha/2022/07/folha-organiza-seminario-sobre-acoes-do-brasil-e-do-mundo-apos-a-cop26.shtml>. Acesso em: 02 set. de 2022.

FRANCO, M. L. P. B. **Análise de conteúdo**. Brasília: Liber Livro, 2005.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 68. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2019.

_____. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FREITAS, M. S. MARQUES, J. D. O. SOUZA, A. J. Explorando atividade de campo em ecossistemas amazônicos para discutir conceitos relacionados às mudanças climáticas globais. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 15, n. 02, p. 477-500, 2020.

FREITAS, Carolina; MARQUES, Jean Dalmo de Oliveira. **Educação Ambiental e Mudanças Climáticas: Perspectivas na Formação de Professores**. Revista Educação e Meio Ambiente, v. 12, n. 1, 2017.

FREITAS, M. S. MARQUES, J. D. O. **Mudanças Climáticas Globais e o Ensino na Amazônia**: Uma experiência com alunos de graduação. Editora CRV. Curitiba- Brasil. 2017

FEARNSIDE, P. M. **Global warming and the future of the Amazon**. In: *Annual Review of Environment and Resources*, 2008.

FEARNSIDE, P. M. **O papel da Amazônia no combate ao aquecimento global**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FISILOGIA VEGETAL, XII. 2009, Fortaleza. Anais [...] Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), 2009.

_____. **Environmental Impacts of Hydroelectric Dams in the Amazon Basin**. ScienceDirect, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 13 nov. 2024.

GATTI, L. DAMASIO, K. **Queimadas e desmatamento estão transformando a Amazônia em fonte de carbono**. National Geographic Partner. 2021. Disponível em: <<https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2021/07/queimadas-e-desmatamento-estao-transformando-amazonia-em-fonte-de-carbono-diz-estudo>>. Acesso em: 07 de set. de 2022.

GADOTTI, M. **Educação e sustentabilidade: uma introdução à educação ambiental**. São Paulo: Cortez, 1996.

GIL, Antonio Carlos. **Metodologia do ensino superior**. 4.ed. São Paulo: Atlas, 2012.

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

_____. 7. ed. São Paulo: Atlas, 2019.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia e meio ambiente no Brasil. Estudos Avançados**, v. 21, n. 59, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/ea/v21n59/a02v2159.pdf>>. Acesso em: 17 jul. 2023.

GOLDEMBERG, J. **Energias Renováveis e Desenvolvimento Sustentável**. São Paulo: Estação Liberdade, 2018.

GUEDES, M. J. **História das Conferência das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas. Politize!.** 2021. Disponível em: <https://www.politize.com.br/historia-das-conferencia-das-nacoes-unidas-sobre-mudancas-climaticas/>. Acesso em: 07 de set. de 2022.

GREENPEACE BRASIL. **O Dia é das florestas, mas o presente é sempre nosso**. Greenpeace Brasil, 2020. Disponível em: <<https://www.greenpeace.org/brasil/blog/o-dia-e-das-florestas-mas-o-presente-e-sempre-nosso/>> Acesso em: 07 de set. de 2022.

_____. **Clima da Amazônia: saiba como é**. Greenpeace Brasil, 2024. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/clima-da-amazonia/>>. Acesso em: 2 jan. 2025.

_____. **Florestas têm papel fundamental no combate às mudanças climáticas**. Greenpeace Brasil, 2023. Disponível em: <https://www.greenpeace.org/brasil/blog/florestas-mundiais-tem-papel-importante-no-combate-as-mudancas-climaticas/>>. Acesso em: 2 jan. 2025

HIGUCHI, Maria Inês Gasparetto; DE AZEVEDO, Genoveva Chagas; ALVES, Iris Riane Santana. **Ecoethos da Amazônia: um recurso didático para simulação de dilemas socioambientais na educação ambiental**. Desenvolvimento e Meio ambientes, v. 51, 2019.

HIGUCHI, Maria Inês. **O uso de simulações computacionais no ensino de ciências: análise e contribuições**. Revista Brasileira de Educação em Ciências, v. 14, n. 2, p. 123-140, 2015.

IBAMA. **Queimadas em Manaus e região: nota técnica**. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis, 2021.

IEA - International Energy Agency. **World Energy Investment 2020**. Paris: IEA, 2020.

INSTITUTO DE PESQUISA AMBIENTAL DA AMAZÔNIA (IPAM). **Impactos das mudanças climáticas na Amazônia**. Disponível em: <https://ipam.org.br>. Acesso em: 16 set. 2024.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change. **Aquecimento Global de 1,5°C**. 2018. Disponível em: <<https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2019/07/SPM-Portuguese-version.pdf>>. Acesso em: 07 set. 2022.

_____. **Special Report on Hydrogen**. 2021. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/special-reports>. Acesso em: 14 nov. 2024.

_____. **Mudança Climática 2023: Relatório Síntese**. [S.l.]: IPCC, 2023. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/sirene/publicacoes/relatorios-do-ipcc?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 02 jan. 2025.

_____. 6º Relatório de Avaliação do IPCC: **Mudanças Climáticas 2022: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade**. 28 February 2022. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/>. Acesso em: 23 de ago. de 2022.

_____. **Mudanças climáticas 2021: a base da ciência física**. Cambridge University Press, 2021.

_____. **Relatório de Avaliação 2021: Mudança Climática 2021 – A base das ciências físicas**. Genebra: IPCC, 2021.

JACOBI, *Pedro et al.* **Mudanças climáticas globais: a resposta da educação**. Revista brasileira de educação, v. 16, n. 46, p. 135-148, 2011.

_____. **Mudanças climáticas e ensino superior: a combinação entre pesquisa e educação**. Educar em Revista, p. 57-72, 2014.

JOHNSON, David W.; JOHNSON, Roger T. **Cooperation and Competition: Theory and Research**. Edina, MN: Interaction Book Company, 2009.

KRAJCIK, J. S.; SHIN, N. **Project-Based Learning**. In: *Handbook of Research on Science Education*. New York: Routledge, 2014. p. 211-232.

LAVE, J.; WENGER, E. **Situated learning: legitimate peripheral participation**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991.

LEFF, E. **Epistemologia ambiental**. São Paulo: Cortez, 2012.

LIBÂNEO, J. C. **Organização e gestão escolar: teoria e prática**. Goiânia: Alternativa, 1993.

_____. **Didática**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2015.

LOPES, Renato Matos; SILVA FILHO, Moacelio Veranio; ALVES, Neila Guimarães. Fundamentos para a aplicação no Ensino médio e na Formação de Professores. **Aprendizagem Baseada em Problemas: fundamentos para a aplicação no ensino médio e na formação de professores**, p. 47-74, 2019.

LOUREIRO, C. F. B.; LIMA, G. F. **Educação ambiental crítica e sociedade sustentável**. São Paulo: Cortez, 2014.

LUCKESI, Cipriano Carlos. **Avaliação da aprendizagem escolar: estudos e proposições**. 19. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 8. ed. São Paulo: Atlas, 2017.

MATOS, M. A. **Cenários de aprendizagem: protótipos educacionais para a prática pedagógica no ensino de ciências**. Porto Alegre: EDUCAT, 2014.

MELO, F. **Inovação tecnológica no setor energético brasileiro: um panorama crítico**. *Revista Brasileira de Energia*, v. 34, n. 3, p. 45-60, 2019.

MENDONÇA, Andréa P.; COELHO, Iandra, M. W. Rubrica e suas contribuições para avaliação de desempenho de alunos. In: Souza, Ana C. R. de. et. al. (Organizadores). **Formação de Professores e Estratégias de Ensino: perspectivas teórico-práticas**. 1. ed. ISBN: 978-85-473-1021-9, Curitiba: Appris, 2018.

MENDONÇA, J. *et al.* **Mudanças Climáticas e Educação Ambiental: Uma Abordagem Interdisciplinar**. Curitiba: UFPR, 2020.

MENEGUETTI, V. **Desafios da transição energética no Brasil**. Curitiba: Editora ABC, 2022.

MINAYO, M. C. S. **O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde**. 14. ed. São Paulo: Hucitec, 2012.

MININNI-MEDINA, N. **Formação de multiplicadores para educação ambiental**. In: PEDRINI, A.G. (Org.). *O Contrato social da ciência. Unindo saberes na educação ambiental*. Petrópolis: Vozes, 2002.

MIZUKAMI, Maria da Graça Nicoletti. **Ensino: as abordagens do processo**. São Paulo: EPU, 2017.

MOREIRA, F. et al. **Compostagem de resíduos orgânicos: uma alternativa sustentável para a destinação de resíduos sólidos**. *Revista de Ciências Ambientais*, v. 14, n. 3, p. 56-65, 2020.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita: repensar a reforma, reformar o pensamento**. 7. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

MORAN, José Manuel; MASETTO, Marcos T.; BEHRENS, Marilda Aparecida. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. 19. ed. Campinas: Papirus, 2018.

MORAN, J. M. **Novas tecnologias e mediação pedagógica**. Campinas: Papirus, 2013.
_____. **A educação que desejamos: novos desafios e como chegar lá**. Campinas: Papirus, 2015.

NASA. **Global Climate Change: Vital Signs of the Planet**. [online] disponível em: <https://climate.nasa.gov/>. Acesso em: 29 ago. 2024.

NOBRE, C. **Amazônia: impactos das mudanças climáticas globais**. Manaus: Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, 2019.

_____. **O futuro climático da Amazônia: relatório de avaliação científica**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2014.

_____. **O futuro climático da Amazônia: implicações socioambientais das mudanças globais**. Estudos Avançados, v. 34, n. 99, p. 33-52, 2020.

NOBRE, C. A.; BORMA, L. S. **Amazônia e Mudanças Climáticas: Perspectivas e Desafios**. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 36, n. 1, p. 101-118, 2021.

_____. **'Tipping Points' for the Amazon Forest**. Current Opinion in Environmental Sustainability, v. 1, n. 1, p. 28-36, 2009.

OIE - Organização Internacional de Energia. **Relatório sobre a diversificação energética global**, 2023.

OLIVEIRA, L. A. **29. Mudanças climáticas: Geleiras Andinas e os rios da Amazônia**. Canal Saberes. 2023. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=o1HsTQGhiA8>. Acesso em 17 de jul. de 2023.

OLIVEIRA, Maria Marly de. **Sequência didática interativa no processo de formação de professores**. Petrópolis: Vozes, 2013.

OLIVEIRA, Maria C.; SANTOS, João P. **Educação e Sustentabilidade: práticas para um mundo em transformação**. São Paulo: Cortez, 2020.

OLIVEIRA, R.; SOUZA, A. O. **O potencial da energia eólica no Brasil**. Revista de Energias Renováveis, v. 15, n. 1, p. 45-56, 2019.

OLIVEIRA, R.; ALMEIDA, P.; SOUZA, M. **Políticas públicas e energias renováveis no Brasil: desafios e perspectivas**. Brasília: Ipea, 2018.

OMM. **State of the Global Climate 2023**. World Meteorological Organization, 2023. Disponível em: <https://public.wmo.int/en>. Acesso em: 2 jan. 2025.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS (ONU). **Ação das Mudanças Climáticas**. 2020. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/175180-o-que-sao-mudancas-climaticas>>. Acesso em 17 jul. de 2023.

_____. **Guia para a COP26: O que é preciso saber sobre o maior evento climático do mundo**. 2021. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/156377-guia-para-cop26-o-que-e-preciso-saber-sobre-o-maior-evento-climatico-do-mundo>>. Acesso em 07 set. de 2022.

_____. **Clima: Concentração de gases de efeito estufa na atmosfera atinge novo recorde em 2022**. 2022. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/237505-clima-concentracao-de-gases-de-efeito-estufa-na-atmosfera-atinge-novo-recorde-em-2022>. Acesso em: 16 set. 2024.

_____. **Transformando o nosso mundo: a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável**. 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>. Acesso em: 18 out. 2024.

_____. **Relatório Anual das Nações Unidas 2023**. Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/277844-relat%C3%B3rio-anual-das-na%C3%A7%C3%B5es-unidas-2023>. Acesso em: 02 jan. 2025.

PAPERT, S. **Situating Constructionism**. In: HAREL, I.; PAPERT, S. **Constructionism**. Norwood: Ablex Publishing Corporation, 1991.

PEIXOTO, J. **A inovação pedagógica como meta dos dispositivos de formação a distância**. EccoS, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 39-54, jan./jun. 2008^a

PENNA, G. P. C.; SILVA FILHO, C. F. da; FERRARI, V. E.; GEORGES, M. R. R. **Adesão aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) pelas empresas brasileiras**. *Latin American Journal of Business Management*, [S. l.], v. 13, n. 2, 2022. Disponível em: <https://www.lajbm.com.br/index.php/journal/article/view/713>. Acesso em: 9 jul. 2023.

PEREIRA, F. A. **Educação e conscientização ambiental: desafios e perspectivas**. Revista Educação e Sustentabilidade, v. 12, n. 3, p. 89-102, 2019.

PEREIRA, João. **Recursos audiovisuais e aprendizagem significativa**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2019.

PERRENOUD, P. **Avaliação: da excelência à regulação das aprendizagens – entre duas lógicas**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

Programa Mundial de Alimentos (PMA). Responsável ONU: "**Si no actuamos rápido, el número de personas sufriendo hambre extrema va a aumentar notablemente en los meses venideros**". El País, 8 nov. 2024. Disponível em: <https://elpais.com/planeta-futuro/2024-11-08/responsable-del-programa-mundial-de-alimentos-cada-dia-perdemos-semillas-plantas-o-animales-que-nos-pueden-ayudar-a-sobrevivir.html>. Acesso em: 02 jan. 2025.

REBOUÇAS, A. C. **Ciclos biogeoquímicos e mudanças climáticas: implicações para a biodiversidade**. Rio de Janeiro: Editora Ciência Atual, 2018.

_____. **Águas doces no Brasil: Capital ecológico, uso e conservação**. 4. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2018.

RIBEIRO, Maria Clara. **Mudanças Climáticas e seus Efeitos na Atmosfera**. Rio de Janeiro: Editora Ciências Ambientais, 2020.

SANTOS, A. R. **Energia geotérmica e seus impactos ambientais**. Rio de Janeiro: Editora TechEnergy, 2021.

SANTOS, A. B.; PEREIRA, J. F. **Educação e mudanças climáticas: recursos midiáticos no ensino de ciências**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2022.

SACHS, J. D. **The age of sustainable development**. New York: Columbia University Press, 2015.

SANTOS, F. S.; CUNHA, M. I. **Metodologias ativas para uma educação inovadora: abordagem teórica e prática**. Porto Alegre: Penso, 2017.

SANTOS, M. A. **As mudanças climáticas e a necessidade de uma abordagem interdisciplinar no ensino**. *Caderno de Geografia*, v. 12, n. 3, p. 30-42, 2020.

SANTOS, M. C. **Mudanças climáticas e direitos indígenas no Brasil**. São Paulo: Editora Acadêmica, 2020.

SANTOS, M. O. **Soluções sustentáveis para a recuperação de áreas degradadas**. *Revista de Sustentabilidade Ambiental*, v. 11, n. 3, p. 201-215, 2020.

SANTOS, E. F.; MENDES, J. A. **Sistemas agroflorestais como alternativa para a recuperação de áreas degradadas**. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 14, n. 2, p. 41-50, 2019.

SANTOS, Paulo. **Tempo e Clima: Conceitos e Diferenças**. Porto Alegre: Ed. Educação em Foco, 2021.

SAVI, Rafael; ULBRICHT, Vânia R. **Jogos Educacionais: Benefícios e Desafios**. Renote. V. 6. N 2. dez. 2008.

SAVIANI, D. **Pedagogia Histórico-Crítica: Primeiras ideias**. Campinas: Autores Associados, 2008.

SAVIN-BADEN, M. **Problem-Based Learning in Higher Education: Untold Stories**. Maidenhead: McGraw-Hill/Open University Press, 2010.

SILVA, J. R.; COSTA, L. G. **Desafios da educação ambiental frente às mudanças climáticas globais**. *Revista Brasileira de Educação Ambiental*, v. 18, n. 1, p. 15-28, 2022.

SILVA, João. **Impactos Econômicos das Políticas Climáticas**. São Paulo: Editora Ambiental, 2022.

SILVA, João Luiz M.; COSTA, Maria Clara de F.; ROCHA, Carlos A. V.; NUNES, Paulo Henrique S.; PEREIRA, Livia G. **Energias renováveis no Brasil: panorama e perspectivas**. *Revista Brasileira de Energia*, v. 26, n. 2, p. 45-68, 2020.

SILVA, Patrícia; MORAES, Gustavo. **Aprendizagem baseada em problemas: prática e teoria aplicadas à educação ambiental**. São Paulo: EPU, 2019.

SILVA, M. A.; GOMES, L. C. **Aula dialogada e questões disparadoras: estratégias para o ensino crítico**. Rio de Janeiro: Editora Educacional, 2021.

SILVA, M. **Educação Ambiental para as séries iniciais**. 2011. 28 p. Monografia (Licenciatura em Biologia a distância) - Programa de graduação em Biologia, Consórcio, Setentrional de Educação a Distância, Universidade Estadual de Goiás no curso de Licenciatura em Biologia a distância, 2011. Disponível em: <https://bdm.unb.br/bitstream/10483/1910/1/2011_MariPereiradaSilva.pdf>. Acesso em: 28 ago. 2022.

SILVA, R.; GOMES, L. **Metodologias ativas na educação ambiental: Reflexões e práticas pedagógicas**. São Paulo: Cortez, 2021.

SILVA, R.; COSTA, M. **Energias alternativas: desafios e perspectivas no Brasil**. Revista de Sustentabilidade, v. 18, n. 2, p. 150-168, 2020.

SOUZA, A. R. **Políticas Públicas e Sustentabilidade: Uma Revisão da Literatura**. Revista de Administração Pública, v. 55, n. 4, p. 981-1001, 2021.

SOUZA, Grayce Helena Pereira de. **Conhecimento sobre mudanças climáticas globais de docentes de escolas públicas em área de amortecimento de unidade de conservação na Mata Atlântica**. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SOUZA, L. A. **Hidrelétricas na Amazônia: impactos e alternativas**. *Revista Brasileira de Energia*, v. 25, n. 1, p. 56-72, 2021.

SOUZA, Samir Cristino; DOURADO, Luís Gonzaga Pereira. **Aprendizagem baseada em problemas (ABP): um método de aprendizagem inovador para o ensino educativo**. 2015.

SOUZA, M. R. et al. **Agricultura e sustentabilidade: o papel dos sistemas agroflorestais na Amazônia**. Revista de Ciências Ambientais, v. 18, n. 3, p. 112-126, 2020.

SUDMAN, S., & BRADBURN, N. M. (1982). *Asking questions*. San Francisco: Jossey-Bass.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 18^o.ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação**. São Paulo: Atlas, 2012.

TRIPP, David. **Pesquisa-ação: uma introdução metodológica**. Educação e Pesquisa, São Paulo, v. 31, n. 3, set./dez. 2005, p. 443-466. Tradução de Lólio Lourenço de Oliveira.

TUBIELLO, F. N. et al. Greenhouse gas emissions from food systems: Building the evidence base. **Environmental Research Letters**, v. 16, n. 6, p. 065007, 2021.

UN. **Sustainable Development Goals Report**. United Nations, 2021. Disponível em: <https://unstats.un.org/sdgs/report/2021/>. Acesso em: 18 out. 2024.

UNFCCC. **Paris Agreement**. 2015. Disponível em: <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement>. Acesso em: 18 out. 2024.

UKCOP26. **A Cop 26 explicada.** Disponível em: <https://ukcop26.org/wp-content/uploads/2021/08/A-COP26-Explicada.pdf>. Acesso em 21 de set. de 2022.

Unesco. **Mudança Climática na Sala de Aula: Recursos para a Educação Climática nas Escolas Secundárias.** Paris: Unesco, 2014.

UNEP. **Programa das Nações Unidas para o Ambiente.** Relatório da Situação Global das Renováveis 2022. Disponível em: <https://www.unep.org/pt-br/resources/relatorios/relatorio-da-situacao-global-das-renovaveis-2022>. Acesso em 25 de jun. de 2023.

UNESCO. **Strategy for the Second Half of the United Nations Decade of Education for Sustainable Development** , 2010.

WILSON, E. O. **A diversidade da vida.** São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

WORLD COMISSION ON ENVIROMENTAL AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future.** Oxford: Oxford University Press, 1987.

WWF BRASIL. **Mudanças Climáticas Globais.** Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/areas_prioritarias/amazonia1/ameacas_riscos_amazonia/mudancas_climaticas_na_amazonia/. Acesso em: 28 de ago. de 2022.

_____. **Efeito Estufa e Mudanças Climáticas.** 2023. Disponível em: https://www.wwf.org.br/natureza_brasileira/questoes_ambientais/clima/efeito_estufa/. Acesso em: 16 set. 2024.

_____. **Acordo de Paris para as mudanças climáticas.** 2016. Disponível em: <https://www.wwf.org.br>. Acesso em: 18 out. 2024.

_____. **Biomassa e energia: soluções para um futuro sustentável.** WWF-Brasil, 2021. Disponível em: <https://www.wwf.org.br>. Acesso em: 14 nov. 2024.

VALÊNCIO, N. F. L. **Climatologia e educação ambiental.** São Paulo: Annablume, 2014.

VEISSID, N.; PEREIRA, E. B. **Estimativa do albedo planetário empregando dados do experimento célula solar do satélite Brasileiro SCD2.** Revista Brasileira de Geofísica, v. 18, p. 25-38, 2000. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbg/a/M4BX3bCCM78nMx9y4RJ4F6L/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 29 de ago. de 2022.

VEIGA, José Eli. **Sustentabilidade: a legitimação de um novo valor.** São Paulo: Senac São Paulo, 2007.

VIANNA, H. M.; CARVALHO, A. M. **Ensino de ciências: desafios e possibilidades no contexto escolar.** 2. ed. São Paulo: Editora Ática, 2020.

ZABALA, Antoni. **A prática educativa: como ensinar.** Penso Editora, 2015.

_____. **A prática educativa como ensinar.** Tradução: Ernani F. da F. Rosa. Reimpressão 2010. Porto Alegre: Artmed, 1998.

APÊNDICES

APÊNDICE A: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).



TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

1. Identificação do Projeto de Pesquisa
Título do projeto: Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental
Patrocinador da pesquisa: FAPEAM
Nome da pesquisadora: Rosana Ferreira Palmeira
Orientador: Jean Dalmo de Oliveira Marques

Você está sendo convidado(a) a participar do projeto de pesquisa acima identificado. Este documento contém todas as informações necessárias sobre a pesquisa que estamos fazendo. Sua colaboração nesta pesquisa será de muita importância para nós, mas se desistir, a qualquer momento, isso não causará nenhum prejuízo a você.

2. Identificação do Participante da Pesquisa	
Nome:	
Telefone:	E-mail:

3. Identificação do Pesquisador Responsável
Nome: Rosana Ferreira Palmeira
Profissão: Professora
Endereço: Av. Torquato Tapajós, 11901- Tarumã-Açu
E-mail: rosanapalmeira.bio@gmail.com

Eu, participante da pesquisa, abaixo assinado(a), concordo de livre e espontânea vontade em participar como voluntário(a) do projeto de pesquisa acima identificado. Discuti com o pesquisador responsável sobre a minha decisão em participar e estou ciente de que:

1. Os **objetivos** desta pesquisa é são:

1.1. Geral: Investigar o uso de protótipos educacionais como estratégia de compreensão sobre MCGs numa perspectiva de preservação ambiental.

1.2. Objetivos específicos

- Avaliar a forma de abordagem das Mudanças Climática Globais nos documentos norteadores e livro didático;
- Propor situações reais para reflexão das causas e consequências dos impactos ambientais provocados pelas mudanças climáticas a nível global e regional;
- Identificar as percepções ambientais dos estudantes, a partir da montagem das peças dos protótipos;
- Elaborar uma sequência didática como o produto educacional da investigação.

2. O **procedimento** para a coleta de dados. A sua participação consistirá em:

- Participar da avaliação diagnóstica da pesquisa;
- Participar das ações de intervenção acerca do tema;
- Participar da oficina de produzir peças dos protótipos educacionais com materiais reutilizáveis;
- Participar da estratégia metodológica aprendizagem baseada em problemas;
- Participar da feira educacional “Mudanças Climáticas Globais”.
- As ações serão registradas (fotos, vídeo e áudios) e , posteriormente, transcritas.

3. Os **benefícios** esperados do projeto incluem: a) Desenvolvimento de Habilidades Motoras- Melhoria na coordenação motora fina através do uso de ferramentas como tesoura e régua; b) Estimulação da Criatividade- Incentivo à criatividade e inovação ao criar protótipos educacionais; c) Aprendizado Prático- Integração do aprendizado teórico com a prática, facilitando a compreensão dos conteúdos sobre mudanças climáticas e preservação ambiental; d) Conscientização Ambiental- Aumento da conscientização sobre questões ambientais e mudanças climáticas globais, e promoção de atitudes e comportamentos sustentáveis; e) Trabalho em Equipe- Desenvolvimento de habilidades de cooperação e trabalho em equipe. Por fim, esta investigação proporcionará, por meio da experimentação na montagem de protótipos educacionais que se assemelham a ambientes naturais e modificados, o desenvolvimento do pensamento crítico acerca dos problemas ambientais causados pelo homem e as maneiras de solucioná-los. Por fim, esta investigação proporcionará, por meio da experimentação na montagem de protótipos educacionais que se assemelham a ambientes naturais e modificados, o desenvolvimento do pensamento crítico acerca dos problemas ambientais causados pelo homem e as maneiras de solucioná-los.

4. Quanto aos **riscos**, baseando nas resoluções CNS 466/12 e CNS 510/16, a pesquisa sobre “Protótipos educacionais no contexto das Mudanças Climáticas Globais (MCGs): Estratégia para a preservação ambiental.” que utilizará materiais para a criação de protótipos educacionais, como cola, régua e papel quando não utilizadas de forma adequada e responsável, com ausência de acompanhamento, pode gerar possíveis riscos à saúde física e mental. Em relação aos **riscos físicos**: a) Cortes e Ferimentos- Uso inadequado da tesoura pode causar cortes nos dedos ou nas mãos; b) Intoxicação- Ingestão acidental de cola ou contato prolongado com a pele pode causar reações alérgicas ou intoxicação. E os **riscos psicológicos**: a) Estresse- Frustração com a execução das atividades pode gerar estresse e desmotivação; b) Ansiedade- Discussões sobre mudanças climáticas e impactos ambientais podem causar ansiedade em alguns alunos. Assim, a pesquisadora se colocará à disposição dos sujeitos para que qualquer desconforto seja minimizado, reafirmando que a participação na pesquisa poderá ser interrompida a qualquer momento e que em casos agravantes, será dado todo e qualquer suporte Médico-Preventivo.



5. A participação é isenta de despesas, entretanto tenho ciência de que não haverá remuneração pela participação na pesquisa.
6. O participante tem **direito** a assistência integral e imediata, de forma gratuita (pelo patrocinador/pesquisador), por eventuais danos, efeitos colaterais e reações adversas decorrentes da participação na presente pesquisa.
7. O participante tem a liberdade em desistir ou interromper a colaboração nesta pesquisa a qualquer momento/no momento em que desejar, sem necessidade de qualquer explicação.
8. A **desistência** não causará nenhum prejuízo ao participante quanto à saúde ou bem-estar físico, social, psicológico, emocional, espiritual e cultural.
9. Os dados pessoais serão mantidos em sigilo, mas concordo que sejam divulgados os resultados da pesquisa em publicações científicas, desde que meus dados pessoais não sejam mencionados.
10. O responsável e/ou participante podem consultar o **pesquisador responsável** (acima identificado) sempre que entender necessário obter informações ou esclarecimentos sobre o projeto de pesquisa a participação na pesquisa.
11. Dispõe de garantia em tomar conhecimento, pessoalmente, do(s) resultado(s) parcial(is) e final(is) desta pesquisa.
12. Autorizo a **gravação** em áudio e/ou vídeo do conteúdo da entrevista/debate.
13. Esta pesquisa foi aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do IFAM-CEPSH/IFAM localizado na Rua Ferreira Pena, nº 1109, Bairro: Centro. O Comitê de Ética é a instância responsável por examinar os aspectos éticos das pesquisas que envolvem seres humanos, zelando pela proteção à dignidade, autonomia e direitos dos participantes.
- Declaro que obtive todas as informações necessárias e esclarecimentos quanto às dúvidas por mim apresentadas e, por estar de acordo, **rubrico em todas as páginas e assino** o presente documento em duas vias de igual teor (conteúdo) e forma, ficando uma delas em minha posse.

Manaus-AM, _____ de _____ de 2024.

Nome e assinatura do pesquisador
responsável pela obtenção do
consentimento

Nome e assinatura do participante da
pesquisa/responsável legal (adequar de acordo
com o TCLE)

APÊNDICE B: Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE)



TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

1. Identificação do Projeto de Pesquisa
Título do projeto: Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental.
Patrocinador da pesquisa: FAPEAM
Nome da pesquisadora: Rosana Ferreira Palmeira
Orientador: Jean Dalmo de Oliveira Marques

Você está sendo convidado a participar da pesquisa “Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental”, coordenada pela pesquisadora Rosana Ferreira Palmeira. Seus pais permitiram que você participe.

2. Identificação do Participante da Pesquisa	
Nome:	
Telefone:	E-mail:

3. Identificação do Pesquisador Responsável
Nome: Rosana Ferreira Palmeira
Profissão: Professora
Endereço: Av. Torquato Tapajós, 11901- Tarumã-Açu
E-mail: rosanapalmeira.bio@gmail.com

Queremos saber, a partir do objetivo geral, como podemos investigar o uso de protótipos educacionais como estratégia de compreensão sobre MCGs numa perspectiva de preservação ambiental, com a participação de estudantes do primeiro ano do ensino médio, na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima. Posteriormente, queremos avaliar a forma de abordagem das Mudanças Climática Globais nos documentos norteadores e livro didático; Propor situações reais para reflexão das causas e consequências dos impactos ambientais provocados pelas mudanças climáticas a nível global e regional;

Identificar as percepções ambientais dos estudantes, a partir da montagem das peças dos protótipos; Elaborar uma sequência didática como o produto educacional da investigação.

Você só precisa participar da pesquisa, se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm de entre 15 e 18 anos de idade.

A pesquisa será feita na Escola Estadual Maria Madalena Santana de Lima, onde os estudantes participarão de uma avaliação diagnóstica, aulas expositivas e dialogadas, e avaliação da sequência didática. Para isso, será usado as salas de aulas, como ambiente para participação das ações e construção de materiais. Os materiais utilizados são considerados seguros. Os **benefícios** esperados no projeto

Rubrica do pesquisador responsável pela obtenção do consentimento: _____.
Rubrica do participante da pesquisa/responsável legal (adequar de acordo com o TALE): _____

incluem: a) Desenvolvimento de Habilidades Motoras- Melhoria na coordenação motora fina através do uso de ferramentas como tesoura e régua; b) Estimulação da Criatividade- Incentivo à criatividade e inovação ao criar protótipos educacionais; c) Aprendizado Prático- Integração do aprendizado teórico com a prática, facilitando a compreensão dos conteúdos sobre mudanças climáticas e preservação ambiental; d) Conscientização Ambiental- Aumento da conscientização sobre questões ambientais e mudanças climáticas globais, e promoção de atitudes e comportamentos sustentáveis; e) Trabalho em Equipe- Desenvolvimento de habilidades de cooperação e trabalho em equipe. Por fim, esta investigação proporcionará, por meio da experimentação na montagem de protótipos educacionais que se assemelham a ambientes naturais e modificados, o desenvolvimento do pensamento crítico acerca dos problemas ambientais causados pelo homem e as maneiras de solucioná-los. Quanto aos **riscos**, baseando nas resoluções CNS 466/12 e CNS 510/16, a pesquisa sobre "Protótipos educacionais no contexto das Mudanças Climáticas Globais (MCGs): Estratégia para a preservação ambiental." que utilizará materiais para a criação de protótipos educacionais, como cola, régua e papel quando não utilizadas de forma adequada e responsável, com ausência de acompanhamento, pode gerar possíveis riscos à saúde física e mental. Em relação aos **riscos físicos**: a) Cortes e Ferimentos- Uso inadequado da tesoura pode causar cortes nos dedos ou nas mãos; b) Intoxicação- Ingestão acidental de cola ou contato prolongado com a pele pode causar reações alérgicas ou intoxicação. E os **riscos psicológicos**: a) Estresse- Frustração com a execução das atividades pode gerar estresse e desmotivação; b) Ansiedade- Discussões sobre mudanças climáticas e impactos ambientais podem causar ansiedade em alguns alunos. Assim, a pesquisadora se colocará à disposição dos sujeitos para que qualquer desconforto seja minimizado, reafirmando que a participação na pesquisa poderá ser interrompida a qualquer momento e que em casos agravantes, será dado todo e qualquer suporte Médico-Preventivo.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa serão publicados na dissertação do Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico (nível Mestrado Profissional) e em periódicos Qualis A ou B, mas sem identificar os estudantes que participaram.

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa "Protótipos educacionais no contexto das mudanças climáticas globais: estratégia para a preservação ambiental".

Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer.

Entendi que posso dizer "sim" e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer "não" e desistir e que ninguém vai ficar com raiva de mim.

Rubrica do pesquisador responsável pela obtenção do consentimento: _____.

Rubrica do participante da pesquisa/responsável legal (adequar de acordo com o TALE): _____.



O pesquisador responsável esclareceu as minhas dúvidas e de meus responsáveis.

Recebi uma via deste termo de assentimento. A outra via ficará com a pesquisadora responsável Rosana Ferreira Palmeira. Li o documento e concordo em participar da pesquisa.

Manaus-AM, ____ de _____ de 2024.

Assinatura do(a) Participante

Assinatura da Pesquisadora

Rubrica do pesquisador responsável pela obtenção do consentimento: _____

Rubrica do participante da pesquisa/responsável legal (adequar de acordo com o TALE): _____

APÊNDICE C: Questionário diagnóstico para os Estudantes.



QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

NOME: _____ IDADE: _____

DISCIPLINA: _____

LOCAL: _____

ANO/TURMA: _____ TURNO: _____

Caro (a) aluno (a), este questionário faz parte do projeto de Mestrado intitulado “PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL”, pertencente a discente Rosana Ferreira Palmeira e tem o objetivo de saber: - o que você conhece sobre mudanças climáticas globais (MCGs); se você sabe as causas e consequências delas, assim como os tipos de fontes de energias renováveis e não renováveis; e, por fim, o que pensa sobre a preservação ambiental. Respondê-lo nos ajudará a melhorar o ensino sobre esta temática e proporcionará uma aprendizagem mais significativa.

QUESTÕES OBJETIVAS

1. Você acha que o clima no mundo está mudando?

() Sim () Não

2. Você acredita em Mudanças Climáticas Globais (MCGs)?

() Sim () Não

3. Você ouviu falar sobre MCGs pelo(a)s:

() Jornais

() Instituição de Ensino

() Revistas

() Internet

() Família

() Amigos

() Documentário

() Outros. Especifique _____

4. Você considera importante discutir sobre as MCGs?

() Sim () Não

5. Você acha que pode fazer algo para evitar as MCGs?

() Sim () Não

Continuação:

Caro (a) aluno (a), segue a continuidade do questionário referente ao projeto de Mestrado intitulado "PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL"

6. Para você, as MCGs têm causas:
- ☐ Naturais
 - ☐ Humanas
 - ☐ Os dois
 - ☐ Outras. Justifique _____
7. Marque a(s) alternativa(s) que indica(m) a(s) causa(s) das MCGs? **(pode marcar mais de uma alternativa)**
- | | |
|---|--|
| ☐ Queima de combustíveis fósseis | ☐ Monocultivos |
| ☐ Desmatamento florestal | ☐ Vulcanismo |
| ☐ Plantio de leguminosas | ☐ Terremoto |
| ☐ Mineração | ☐ Emissão de CO ₂ |
| ☐ Agricultura | ☐ Abertura de estradas |
| ☐ Hidrelétricas | ☐ Pecuária |
| ☐ Ações antrópicas | ☐ Exploração madeireira |
| ☐ Queimadas | ☐ Reaproveitamento de materiais recicláveis |
| | ☐ Uso de energia Eólica. |
8. Indique a(s) alternativa(s) que corresponde(m) à(s) consequência(s) da(s) MCGs? **(pode marcar mais de uma alternativa)**
- | | |
|---|--|
| ☐ Aquecimento global | ☐ Desequilíbrio nos ecossistemas |
| ☐ Altera o ciclo de chuvas | ☐ Diversidade de espécies da fauna e flora |
| ☐ Expansão de floresta primária | ☐ Oceano cada vez mais quente |
| ☐ Savanização. | ☐ Conservação das calotas polares |
| ☐ Efeito estufa | ☐ Aumento no nível dos Oceanos |
| ☐ Secas prolongadas | ☐ Escassez de água potável |
| ☐ Diminuição na produção de alimentos para população | ☐ Aumento dos gases do efeito estufa na atmosfera |
| ☐ Incêndios severos | ☐ Aumento das Inundações |
| ☐ Derretimento das geleiras | |

Continuação: Caro (a) aluno (a), segue a continuidade do questionário referente ao projeto de Mestrado intitulado "PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL"

9. Qual a relação da Amazônia e as MCGs? (pode marcar mais de uma alternativa)

- | | |
|---|---|
| ☐ Não tem relação nenhuma. | ☐ As queimadas emitem carbono para a atmosfera, que ao encontrar o oxigênio formam CO ₂ . |
| ☐ Perda de área por incêndios ocasionados pela MCGs. | ☐ A Amazônia armazena carbono na biomassa, no solo, nos rios, nos lagos e nos igarapés. |
| ☐ A Amazônia é um sumidouro de carbono. | ☐ Alterações na Amazônia podem desencadear mudanças no clima do Mundo. |
| ☐ Mudanças dos padrões de chuvas na Amazônia. | ☐ Se a Amazônia for explorada pode potencializar as MCGs |
| ☐ As MCGs podem impactar negativamente a biodiversidade na Amazônia | ☐ As MCGs podem interferir negativamente na Amazônia |
| ☐ As MCGs na Amazônia podem alterar a vida no Mundo. | ☐ O desmatamento da Amazônia pode alterar os padrões das chuvas na região |
| ☐ Os aerossóis na atmosfera provenientes das queimadas interferem negativamente nas chuvas. | ☐ A extração de recursos naturais da Amazônia pode liberar gases do efeito estufa para a atmosfera |
| ☐ O desmatamento e as queimadas da floresta amazônica aceleram o aquecimento global, alterando os ciclos biogeoquímicos. | ☐ As MCGs podem ocasionar alterações nos serviços ambientais realizados pela floresta amazônica |
| | ☐ Outros. Especifique |

10. Assinale as alternativas que representam fontes de energias renováveis

(pode marcar mais de uma alternativa)

- | | |
|---|---|
| ☐ Hidrelétricas | ☐ Energia das marés |
| ☐ Termelétrica | ☐ Usina eólica |
| ☐ Nuclear | ☐ Usina solar |
| ☐ Uso de biomassa | ☐ Energia geotérmica |
| ☐ Combustão de madeira | |

11. Assinale as alternativas que representam fontes de energias não renováveis. (pode marcar mais de uma alternativa)

- | | |
|---|---|
| ☐ Energia geotérmica | ☐ Gás Natural |
| ☐ Energia oceânica | ☐ Uso do bagaço da cana-de açúcar para produção de energia |
| ☐ Petróleo | ☐ Energia Nuclear |
| ☐ Usina Termelétrica | ☐ Energia Hídrica |
| ☐ Carvão Mineral | |



QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO

NOME: _____ **IDADE:** _____

DISCIPLINA: _____

LOCAL: _____

ANO/TURMA: _____ **TURNO:** _____

Caro (a) aluno (a), este questionário faz parte do projeto de Mestrado intitulado “PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL”, pertencente a discente Rosana Ferreira Palmeira e tem o objetivo de saber: - o que você conhece sobre mudanças climáticas globais (MCGs); se você sabe as causas e consequências delas, assim como os tipos de fontes de energias renováveis e não renováveis; e, por fim, o que pensa sobre a preservação ambiental. Respondê-lo nos ajudará a melhorar o ensino sobre esta temática e proporcionará uma aprendizagem mais significativa.

QUESTÕES SUBJETIVAS

1. O que são Mudanças Climáticas Globais (MCGs)?

2. Durante sua jornada escolar alguma disciplina que você já cursou abordou o tema MCGs?

() Sim () Não

Se você escolheu sim, então responda:

3. Você está preocupado com as consequências das MCGs? Justifique.

4. O que são:

a) Energias renováveis.



Continuação:

Caro (a) aluno (a), segue a continuidade do questionário referente ao projeto de Mestrado intitulado "PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL"

b) Energia não-renováveis

5. Você acha que é muito tarde para se fazer algo sobre o problema climático? Justifique.

6. Explique de que forma o conhecimento sobre as MCGs pode despertar a concepção de preservação e/ou conservação da floresta amazônica.

Muito obrigada pela sua participação!

APÊNDICE D: Roteiro da Entrevista com Professores.



NOME: _____
DISCIPLINA: _____
LOCAL: _____
ANOS ESCOLARES QUE LECIONA: _____

Prezado professor (a), esta entrevista faz parte do projeto de Mestrado “PROTÓTIPOS EDUCACIONAIS NO CONTEXTO DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS: ESTRATÉGIA PARA A PRESERVAÇÃO AMBIENTAL”, pertencente a discente Rosana Ferreira Palmeira e tem por objetivo coletar dados acerca das seguintes questões: práticas pedagógicas realizadas, recursos didáticos, procedimentos metodológicos e conhecimento sobre Mudanças Climáticas Globais (MCGs); dificuldades encontradas no ensino desta temática e sugestão de melhorias no processo abordagem desta temática em sala de aula.

Nesta perspectiva, as respostas obtidas nos ajudarão a definir os recursos didáticos e estratégias de ensino mais adequados.

Tendo em vista, que a entrevista vai ser gravada, pedimos seu consentimento para a gravação da mesma, uma vez que facilita na transcrição da entrevista. As respostas dadas por si serão estritamente confidenciais.

Contamos com sua valiosa contribuição.

Entrevista com professores

1. De que forma os livros didáticos adotados na escola abordam a temática fontes de energia?

2. De que forma, os livros didáticos adotados na escola abordam a temática MCGs?

3. De que forma essas temáticas anteriores são trabalhadas em sala de aula por você?

4. Os alunos apresentam alguma resistência quando estudam sobre as fontes de energia e/ou MCGs?



5. Qual a maior dificuldade enfrentada por você em sala de aula para trabalhar as temáticas fontes de energia e MCGs?

6. Quais ações ou projetos que a escola desenvolve com o intuito de despertar atitudes ambientais responsáveis nos alunos?

Muito obrigada pela sua participação!

Assinatura do entrevistado: _____

Assinatura do pesquisador: _____

APÊNDICE E: Questionário de avaliação Da Sequência Didática para os Estudantes.



QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

NOME: _____ ANO/TURMA: _____

LOCAL: _____

Caro (a) estudante, avaliação possui questões abertas e fechadas, e tem o objetivo de coletar informações acerca da aplicação da sequência didática “Desmistificando as Mudanças Climáticas Globais: Estratégia para Preservação Ambiental”, que faz parte da pesquisa de mestrado da pesquisadora (mediadora da ação), no Programa de Pós-Graduação em Ensino Tecnológico – PPGET do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - IFAM. Respondê-la contribuirá para o aperfeiçoamento do produto de pesquisa, no sentido de melhorar a sequência didática utilizada para abordar a temática Mudanças Climáticas e Alternativas Sustentáveis na Educação Básica.

Diante dos objetivos da sequência didática, descritos abaixo, assinale para cada item a seguir a opção que melhor corresponda à sua opinião

- **Seção 1:** Compreender os conceitos fundamentais relacionados ao tempo, clima e mudanças climáticas, refletindo sobre as variações climáticas ao longo do ano.
- **Seção 2:** Propor situações reais para reflexão sobre as causas e consequências dos impactos ambientais decorrentes das MCGs, abordando tanto o contexto global quanto regional, e discutir formas de mitigar esses impactos.
- **Seção 3:** Aprofundar as percepções dos estudantes sobre as MCGs e explorar alternativas sustentáveis, incentivando a aprendizagem criativa por meio da construção de protótipos, com o objetivo de fomentar a reflexão e a implementação de soluções viáveis para os problemas ambientais.

Marque uma das opções a seguir para cada questão:

1. Diante dos objetivos propostos, você considera que a escolha da sequência didática como método de trabalho foi apropriada para abordar o tema sobre mudanças climáticas e alternativas sustentáveis?

() Sim () Não () Em parte

2. O tema das aulas foi interessante e contextualizado para você?

() Sim () Não () Em parte

3. Os assuntos trabalhados foram atuais, representando situações relacionadas ao contexto no qual estou inserido(a)?

() Sim () Não () Em parte



4. Os recursos utilizados (imagens, vídeos, notícias, artigos) relacionados ao tema, contribuíram para uma melhor compreensão dos assuntos abordados e para o diálogo?

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte

5. Você achou interessante participar da construção de peças (protótipos) e depois utilizadas para resolver problemas sobre mudanças climáticas e alternativas sustentáveis?

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte

6. Na sua opinião, o tempo dedicado ao diálogo, realização das atividades e avaliação foi satisfatório?

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte

7. As atividades propostas foram esclarecidas adequadamente pela pesquisadora/professora?

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte

8. A pesquisadora/professora acompanhou todas as etapas da sequência didática, realizando esclarecimentos e colaborando na realização das atividades?

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte

9. A sua equipe participou ativamente das aulas que compõem a sequência didática e da realização das atividades de maneira responsável, comprometida e interessada?

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte

10. Você acredita que todas as atividades propostas permitiram a compreensão da temática abordada em sala de aula.

☐ Sim ☐ Não ☐ Em parte.

11. Você gostaria de deixar algum comentário/sugestão sobre sua experiência com a sequência didática?

Muito obrigada pela participação!

APÊNDICE F: Plano da Aula 1.

Aula 1	SEÇÃO 1: Vamos conversar? "De olho no clima"	
IDENTIFICAÇÃO	Professor: Rosana Ferreira Palmeira	
	Data: 19/02/2024	
	Série: 1º ano	Semestre: 2º
	Carga horária da atividade: 3h	
	Objetivo de Aprendizagem: Conhecer os conceitos ligados ao tempo, clima e mudanças climáticas, assim como, refletir sobre as alterações climáticas que ocorrem ao longo do ano.	
	Resultados esperados de aprendizagem: Elaborar os conceitos ligados a Mudanças Climáticas Globais e perceber as alterações climáticas por meio da reflexão e relatos na sala de aula.	
METODOLOGIA	Resultados pretendidos da aprendizagem: - Diferenciar os termos Tempo e Clima; - Conceituar o termo mudanças climáticas e conhecer como ocorre o fenômeno na atmosfera advindos de ações naturais e antrópicas; - Refletir sobre as variações climáticas ao longo dos anos.	
	Conteúdo envolvido: - Conceito de tempo e clima; - Definição e processos das Mudanças Climáticas Globais; - Percepção sobre o clima na atualidade.	
RECURSOS DIDÁTICOS	Materiais, tecnologias e recursos utilizados: Projetor de imagens digital; PPT com temas em discussão: Mudanças Climáticas Globais. Vídeos: Tempo e Clima (Com Ciência (2021): https://www.youtube.com/watch?v=uu8A9wVMWLI Mudanças Climáticas (INPE, 2012): https://www.youtube.com/watch?v=ssvFqYSIMho	
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS	Aplicação/Fixação: - Realizar a apresentação do tema e objetivos da aula e sua relação com os conteúdos que serão debatidos. - Contextualizar o tema a partir de um debate inicial: Tempo e Clima é o mesmo evento? Você já parou para refletir sobre como era o clima há uns dois anos e como está agora? Percebeu se mudou algo? O que significa o termo Mudanças climáticas? - Explorar o tema por meio do PPT ilustrativo. - Mitigar o tema utilizando vídeos didáticos que explorem os conceitos. - Construção coletiva para formulação das respostas das questões iniciais.	
	Síntese/Avaliação: Verificar se os estudantes desenvolveram as aprendizagens e as habilidades proposta em um momento de aula dialogada, construindo de forma coletiva, a partir de seus relatos. Elaborar as definições científicas dos termos apresentados inicialmente, assim como expor sobre seu entendimento do processo que ocorre no fenômeno chamado de mudanças climáticas.	

APÊNDICE G: Plano da Aula 2.

Aula 2	SEÇÃO 2: Mas por que de tanta mudança climática? Explorando as causas e consequências?		
IDENTIFICAÇÃO	Professor: Rosana Ferreira Palmeira	Data: 20/02/2024	
	Série: 1º ano	Semestre: 2º	Carga horária da atividade: 3h
	Objetivo de Aprendizagem: Relacionar causas e consequências de alterações climáticas naturais e antrópicas, assim como a influência nos ciclos biogeoquímicos na relação bióticos e abióticos. Resultados esperados de aprendizagem: Mapear as Causas e consequências das MCGs, e compreender relação do fenômeno com meio bióticos e abiótico.		
METODOLOGIA	Resultados pretendidos da aprendizagem (por aula): - Construir argumentações sobre o tema Mudanças Climáticas, relacionando informações e conhecimentos adquiridos durante as aulas; - Identificar fatores naturais e antrópicos que podem contribuir para as mudanças climáticas.		
	Conteúdo envolvido: - Causas e Consequências das MCGs; - Ciclos biogeoquímicos: Relação clima, fauna e flora.		
RECURSOS DIDÁTICOS	Materiais, tecnologias e recursos utilizados: Projetor de imagens digital; PPT com temas em discussão: Mudanças Climáticas Globais, as causas e consequências. Vídeos: Causas do aquecimento global e como combatê-lo (canal do Youtube Toda matéria, 2021): https://www.youtube.com/watch?v=XSHXOEoB8jk Entenda as consequências do desmatamento na Amazônia” (Estadão, 2021) https://www.youtube.com/watch?v=FDnpN1oZ7Ok		
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS	Aplicação/Fixação: - Realizar a apresentação do tema e objetivos da aula e sua relação com os conteúdos que serão debatidos; - Contextualizar o tema a partir de um debate inicial: Por que falar de Mudanças Climáticas? - Explorar o tema por meio do PPT ilustrativo. - Mitigar o tema utilizando vídeos didáticos que explorem as causas e consequências do fenômeno. - Construção coletiva para formulação das respostas das questões iniciais.		
	Síntese/Avaliação: Verificar se os estudantes desenvolveram as aprendizagens e as habilidades proposta em um momento de aula dialogada, construindo de forma coletiva, a partir de seus relatos sobre a identificação das causas e consequências das mudanças climáticas e a relação de influência nos ciclos biogeoquímicos e fatores que afetam diretamente no meio (fauna e flora).		

APÊNDICE H: Plano da Aula 3.

Aula 3	SEÇÃO 2: Mas por que de tanta mudança climática? Vamos explorar as causas e consequências?		
IDENTIFICAÇÃO	Professor: Rosana Ferreira Palmeira		Data: 21/02/2024
	Série: 1º ano	Semestre: 2º	Carga horária da atividade: 3h
	Objetivo de Aprendizagem: Analisar e comparar atividades e as fontes de energias que prejudicam o meio ambiente e ações que minimizem os impactos provocados pelas MCGs. Resultados esperados de aprendizagem: Identificar ações que o ser humano pode realizar com o propósito de minimizar ou solucionar problemas que são consequências de determinada alteração climática antrópica.		
METODOLOGIA	Resultados pretendidos da aprendizagem (por aula): • Conhecer as propostas estipuladas pelas ONU para atingir as metas do desenvolvimento sustentável; • Desenvolver a capacidade de diagnosticar e interpretar os problemas sociais e ambientais da sociedade contemporânea; • Identificar fatores naturais e antrópicos que podem contribuir para as mudanças climáticas.		
	Conteúdo envolvido: • Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; • Energia renovável e não renovável; • Alternativas sustentáveis para preservação do meio ambiente.		
RECURSOS DIDÁTICOS	Materiais, tecnologias e recursos utilizados: Projetor de imagens digital; PPT com temas em discussão: Objetivos de Desenvolvimento Sustentável; Fontes de energias e alternativas sustentáveis. Vídeos: O que são os ODS? (Smile and Learn (2021): https://www.youtube.com/watch?v=HCB2Rxxj7zE&t=77s Acordo de Paris para as mudanças climáticas” (WWF-BRASIL, 2016): https://www.youtube.com/watch?v=DMGmfforM3g		
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS	Aplicação/Fixação: 1. Realizar a apresentação do tema e objetivos da aula e sua relação com os conteúdos que serão debatidos; 2. Contextualizar o tema a partir de um debate inicial: O que os órgãos e autoridades falam e planejam sobre ações que minimizem as mudanças climáticas globais? e quais as alternativas sustentáveis individuais quanto coletivas podem ser desenvolvidas?”. 3. Explorar o tema por meio do PPT ilustrativo. 4. Mitigar o tema utilizando vídeos didáticos que explorem sobre fontes de energias, alternativas sustentáveis e os ODS. 5. Construção coletiva para formulação das respostas das questões iniciais.		
	Síntese/Avaliação: Verificar se os estudantes desenvolveram as aprendizagens e as habilidades proposta em um momento de aula dialogada, construindo de forma coletiva, a partir de seus relatos sobre a identificação das fontes de energias renováveis e não-renováveis, alternativas sustentáveis e o que pensam sobre as ações governamentais expostas nos canais de comunicação.		

APÊNDICE I: Plano da Aula 4.

Aula 4	SEÇÃO 3: Hora de criar e resolver		
IDENTIFICAÇÃO	Professor: Rosana Ferreira Palmeira		Data: 22/02/2024
	Série: 1º ano	Semestre: 2º	Carga horária da atividade: 8h
	Tema da ação: Confecção de Protótipos Educacionais.		
	Objetivo de Aprendizagem: Promover momentos de colaboração, construção e reflexão dos cenários (protótipos) sustentáveis e não-sustentáveis, a partir da confecção de peças com uso de materiais reciclados.		
	Resultados esperados de aprendizagem: Construir cenários que simulem situações reais, sendo eles sustentáveis ou não- sustentáveis.		
METODOLOGIA	Resultados pretendidos da aprendizagem (por aula): - Promover momento de aprendizagem criativa entre os estudantes, no processo de imaginação o mão na massa; - Identificação de cenários que impactam o meio e que contribuem para o aumento das MCGs.		
	Conteúdo envolvido: Metodologia criativa para criação dos cenários (protótipos), como: - Ocupação humana; - Exploração madeireira; - Matrizes energéticas; - Floresta Amazônica; - Pastagem; - Abertura de estradas; - Desmatamento; - Plantio de Leguminosas; - Sucessão secundária; - Aterro sanitário; - Queimadas; - Sistema agroflorestal (SAF); - Enriquecimento Florestal.		
RECURSOS DIDÁTICOS	Materiais, tecnologias e recursos utilizados: Canetas e pincéis; Fitas e cola; Tesoura, Papelão, Garrafa PET, Palitos, Madeira, Plástico e Tinta. Projetor de imagens digital; PPT com modelos de cenários (protótipos) sustentáveis e não sustentáveis.		
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS	Aplicação/Fixação: 1. A partir da construção dos protótipos, relembrar as atividades advindas de ações antrópicas que simulem cenários sustentáveis e não- sustentáveis; 2. Contextualizar os protótipos com as causas, consequências e alternativas sustentáveis debatidos durante as aulas.		
	Síntese/Avaliação: Participação efetiva dos estudantes, trabalho em equipe e proatividade resultando na construção das peças (cenários/protótipos).		

APÊNDICE J: Plano da Aula 5.

Aula 5	SEÇÃO 3: Hora de criar e resolver		
IDENTIFICAÇÃO	Professor: Rosana Ferreira Palmeira		Data: 23/02/2024
	Série: 1º ano	Semestre: 2º	Carga horária da atividade: 6h
	Tema da ação: Aprendizagem Baseada em Problemas com uso de Protótipos Educacionais.		
	Objetivo de Aprendizagem: Resolver problemas, a partir de perguntas que se assemelham às situações reais que prejudicam o meio ambiente.		
METODOLOGIA	Resultados esperados de aprendizagem: Identificar ações que o ser humano pode realizar com o propósito de minimizar ou solucionar problemas que são consequências de determinada alteração climática antrópica.		
	Resultados pretendidos da aprendizagem (por aula): • Conhecer as propostas estipuladas pelas ONU para atingir as metas do desenvolvimento sustentável; • Desenvolver a capacidade de diagnosticar e interpretar os problemas sociais e ambientais da sociedade contemporânea; • Identificar fatores naturais e antrópicos que podem contribuir para as mudanças climáticas.		
	Conteúdo envolvido: • Metodologia ativa: Aprendizagem baseada em problemas; • Elaboração de croquis (desenhos) - cidades sustentáveis; • Socialização de saberes: Mudanças climáticas e alternativas sustentáveis.		
RECURSOS DIDÁTICOS	Materiais, tecnologias e recursos utilizados: Canetas e pincéis; Lápis de cor; régua, borracha e cartazes. Protótipos construídos pelos estudantes: sustentáveis e não sustentáveis.		
PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS	Aplicação/Fixação: 1. Instruir o percurso metodológico da ABP para os estudantes; 2. Informar sobre a montagem de peças/cenários, a partir das situações-problema “Perguntas Start”; 3. Socialização entre os estudantes/equipes sobre a justificativa das montagens; 4. Socialização dos cartazes com desenhos (Croquis) de cidades sustentáveis.		

ANEXOS

ANEXO A: Lista de Presença.

  	
LISTA DE FREQUÊNCIA	
1	Constantino Salomão Castro Corvalante 1º-1
2	João Paulo Costa Gomes 1º-1
3	Benjamin Zilmar Rodrigues da Silva 1º-1
4	Daniel Fernandes da Nascimento 1º-2
5	Roberto Rafael L. do Nascimento 1º-2
6	Maria Clara Telin de Almeida 1º-1
7	SERGIO CRUZ DA SILVA 1º-4
8	Atila Vieira Ribeiro
9	Sâmila Silva Gonçalves 1º-4
10	Ramon de Oliveira
11	Helicia Geronimo Carlos
12	Micaeli Christina Cappelletto Honório 1º-04
13	Keven Jackson Amazonas Marques 1º-04
14	Kemilly Costa de Souza 1-4
15	Lº Eduardo Souza 1º-2
16	Mº EDUARDA DA SILVA ESPINOSA 1º-2
17	Mª Lúcia Augusto de C. Neto 1-4
18	Michaely Vitoria G. de Souza
19	Matheus Bruna Condeiro
20	Nicole Caroline da Silva 1º-4
21	Luiza Beatriz mariano da Silva 1º-1
22	Kerolam da Costa Rodrigues 1º-1
23	Yasmim Caroline da Silva Lopes 1º-4
24	Samuel da Costa Lima 1-1
25	Lucas Daniel Zumbier de Vasconcelos 1º-2
26	Bianca de Souza 1-1
27	ANA FLÁVIA BENTES DOS SANTOS 1º-01
28	Marianne Melo Barbosa
29	Caio de Matos Lima
30	Gracia Senay Ruiz Garcia

1	Bárbara Vitoria Silva de Souza
2	Arlene Braga Castro
3	Isabele de Souza
4	Jarissa Rodrigues dos Santos
5	Jean Carlos Santos Pereira
6	Melissa Barros Santos
7	KASMIN MORAIS DE CASTRO
8	EVERTON SAHO SOUZA
9	Cecilia Victoria de Almeida Marques
10	Lucas Gabriel da Silva
11	Léo McKay Silva Lima
12	Michael Vinicius Gomes de Souza
13	Wilson Carlos de Souza Barreto
14	Rony Gustavo Flores da Silva
15	Helena de Jesus Alves
16	Nivia Maria S. Paz
17	Dherick Miguel Jesus da Silva
18	Erhelin Rabelo Machado
19	Sarah Emely Carvalho Martins
20	Ana Luiza dos Santos
21	Camila Martins Delagula
22	LUIZ OCTAVIO DIAS DA SILVA
23	Stepany Rafaely Souza do Nascimento
24	Ana Beatriz da Costa Araújo
25	REBECA CRISTINA CESAR DE SOUZA
26	Vitória Gomes Ramos
27	Railan Guimarães Francisco
28	Lucas Gabriel Ferreira da Silva
29	Diego da Silva Gomes
30	