



**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**

**CAROLINE DE SOUZA BORGES**

**CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA:  
PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA.**

**MANAUS – AM**

**2025**

**CAROLINE DE SOUZA BORGES**

**CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA:  
PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA.**

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 Mestrado 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**

---

B732c Borges, Caroline de Souza.

Ciclos biogeoquímicos e a Amazônia: propostas de atividades práticas para o ensino de química / Caroline de Souza Borges. – Manaus, 2025.  
193 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. Química - ensino. 2. Ciclos biogeoquímicos. 3. Amazônia. I. Marques, Jean Dalmo de Oliveira. (Orient.) II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas. III. Título.

CDD 540


**CAROLINE DE SOUZA BORGES**

**CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA:  
PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA.**

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 Mestrado em Ensino Tecnológico. Linha de Pesquisa: Alternativas mediadoras para a eficácia do Ensino e Aprendizagem em contextos tecnológicos.

Aprovada em 17 de dezembro de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Doutor Jean Dalmo de Oliveir Marques  
Orientador / Presidente (IFAM)



---

Doutora Lucilene da Silva Paes  
Membro Titular Interno (IFAM)



---

Doutora Elisa Vieira Wandelli  
Membro Titular Externo (EMBRAPA)

## DEDICATÓRIA

*Dedico este trabalho, com todo o meu amor e profunda gratidão, a Deus e à minha Mãe, Alcione Lopes de Souza que sempre foi meu alicerce. Agradeço por cada palavra de incentivo, por cada gesto de cuidado e, acima de tudo, por sempre acreditar em mim. À senhora, entrego minha eterna gratidão, meu respeito e minha admiração.*

***Caroline de Souza Borges***

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, razão da minha existência, pelo dom da vida, pela força de vontade e por ser sempre a minha direção nos momentos difíceis.

A minha mãe, Alcione Lopes de Souza, pelo incentivo, pelo amparo e pelo amor incondicional que sempre estiveram presentes em minha vida.

Aos meus familiares, aos amigos pessoais, aos amigos do IFAM e da Escola Manuel Rodrigues, pelo apoio e incentivo ao longo do Programa de Pós-Graduação.

A minha amiga, Isabele Fernanda de Moraes pelo incentivo e pela ajuda na fase da submissão do projeto para a seleção do programa, quando a realização desta pesquisa ainda era um sonho.

Ao meu diretor César Bezerra Marinho, por acreditar na proposta desta pesquisa, pela compreensão, pela flexibilidade nos prazos estabelecidos na escola e pelo constante apoio.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas – IFAM, por tornar este sonho possível e proporcionar a valiosa experiência de cursar o Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico - PPGET.

À FAPEAM, pela concessão da bolsa que viabilizou a realização desta pesquisa.

Ao meu orientador, Professor Dr. Jean Dalmo de Oliveira Marques, por acreditar no potencial desta pesquisa, pelas orientações sempre assertivas, pela parceria, apoio, incentivo, inspiração e compreensão ao longo de toda a minha trajetória acadêmica.

Aos professores do PPGET, por contribuírem significativamente com minha formação e pelos conhecimentos que levarei para toda a minha vida profissional.

E, por fim, aos meus alunos que participaram desta pesquisa. Sem vocês, este trabalho não seria possível. Meu muito obrigada!

*“Mas os que esperam no Senhor renovarão as suas forças; subirão com asas como águias; correrão, e não se cansarão; andarão, e não se fatigarão.”*

**Isaías 40:31**

## RESUMO

Os Ciclos Biogeoquímicos (CB) são processos naturais responsáveis pela manutenção de todos os organismos vivos na Terra e é por meio deles que ocorre a ciclagem dos elementos químicos, entre os meios bióticos e abióticos, mas se o desmatamento das florestas continuarem se agravando essa circulação fundamental para garantir a estabilidade dos ecossistemas sofrerá impactos irreversíveis. As atividades antrópicas estão gerando consequências para o meio ambiente como o desequilíbrio dos CB, mudanças climáticas, secas extremas e enchentes, eventos esses que se tornam cada vez mais frequente nas diferentes regiões do Brasil e do mundo, sendo esse um dos tópicos mais discutidos da atualidade. Dessa forma, percebendo a importância dos CB para manutenção da vida e como educadores nos convêm inserir essa discussão no âmbito escolar voltado para as Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). Percebe-se que a escola é um espaço de formação que desenvolve competências e habilidades, que podem ser aprendidas em sala de aula e empregadas ao cotidiano pelos alunos. Nesse contexto o objetivo geral desta pesquisa foi desenvolver uma proposta didática fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) a partir de aulas teóricas e atividades práticas para abordar de forma contextualizada os CB articulado com os processos naturais e às ações antrópicas características da região amazônica. A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual Manuel Rodrigues de Souza. Os sujeitos da pesquisa foram 4 professores e 31 alunos do 2º ano do Ensino Médio. A metodologia utilizada seguiu as quatro fases estabelecidas pela ABP de acordo com Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005): identificação do problema, contexto problemático, investigação, e discussão e reflexão. As atividades realizadas foram avaliadas de forma contínua com intuito de elucidar as dúvidas dos alunos sobre o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio. A coleta de dados ocorreu a partir de entrevistas com professores, diagnóstico inicial com os alunos, roda de conversa, aplicação de questionários e questões-problema. A análise dos dados foi realizada a partir da comparação inicial e final, com base nos questionários, nas rubricas de aprendizagem e na socialização das questões-problemas. As respostas objetivas foram tabuladas, analisadas e representadas com o auxílio do software *Microsoft Excel* e as respostas subjetivas foram submetidas à análise de conteúdo, a partir da metodologia proposta por Bardin (2016). Esse percurso metodológico resultou na elaboração de um produto educacional, caracterizado como guia didático intitulado “Amazônia em Movimento: uma proposta didática sobre os ciclos biogeoquímicos”. Os resultados obtidos na pesquisa indicaram que a proposta didática atuou como uma estratégia pedagógica eficaz para a compreensão conceitual e contextualizada dos CB. Além disso, promoveu o desenvolvimento crítico dos alunos aos problemas reais provocados pela ação humana, incentivando a investigação e reflexão em sala de aula sobre causas, consequências e possíveis soluções voltadas ao meio ambiente.

**Palavras-chave:** Ensino; Contextualização; Ciclos Biogeoquímicos; Amazônia.

## ABSTRACT

The Biogeochemical Cycles (BC) are natural processes responsible for sustaining all living organisms on Earth, and it is through them that the cycling of chemical elements occurs between biotic and abiotic environments. However, if the deforestation of forests continues to worsen, this essential circulation—necessary to ensure the stability of ecosystems—will suffer irreversible impacts. Human activities have been generating environmental consequences such as the imbalance of the BC, climate change, extreme droughts, and floods, events that are becoming increasingly frequent in different regions of Brazil and around the world, making this one of the most widely discussed topics today. Recognizing the importance of the BC for maintaining life, it is essential that educators incorporate this discussion into the school environment, particularly within the field of Natural Sciences and their Technologies (NST). The school is perceived as a learning space that develops competencies and skills which can be learned in the classroom and applied by students in their daily lives. In this context, the general objective of this research was to develop a didactic proposal based on Problem-Based Learning (PBL), using theoretical classes and practical activities to address the BC in a contextualized manner, connecting natural processes with human actions characteristic of the Amazon region. The study was carried out at Manuel Rodrigues de Souza State School. The research participants were four teachers and thirty-one second-year high school students. The methodology followed the four phases established by PBL according to Leite and Afonso (2001) and Leite and Esteves (2005): identification of the problem, problematic context, investigation, and discussion and reflection. The activities developed were continuously assessed in order to clarify students' doubts regarding the water, carbon, and nitrogen cycles. Data collection included interviews with teachers, an initial diagnostic assessment with students, group discussions, questionnaires, and problem-based questions. Data analysis was conducted through a comparison of initial and final results, based on the questionnaires, learning rubrics, and the sharing of problem-based questions. Objective responses were tabulated, analyzed, and represented with the aid of Microsoft Excel, while subjective responses were examined through content analysis based on the methodology proposed by Bardin (2016). This methodological process resulted in the creation of an educational product, a didactic guide titled *"Amazon in Motion: a didactic proposal on biogeochemical cycles."* The findings indicated that the didactic proposal served as an effective pedagogical strategy for conceptual and contextualized understanding of the BC. Moreover, it promoted the students' critical development regarding real problems caused by human actions, encouraging investigation and reflection in the classroom on causes, consequences, and potential solutions related to the environment.

**Keywords:** Teaching; Contextualization; Biogeochemical Cycles; Amazon.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Representação do ciclo da água. ....	18
Figura 2: Representação do ciclo do carbono.....	21
Figura 3: Representação do ciclo do nitrogênio. ....	25
Figura 4: Escola onde foi realizada a pesquisa.....	35
Figura 5: Demarcação do bairro Armando Mendes. ....	36
Figura 6: Organização dos procedimentos adotados. ....	41
Figura 7: Fases da ABP. ....	42
Figura 8: Entrevista com os professores de Física (A); Química (B); Química (C); Ciências Biológicas e Ciências da Natureza (D).....	43
Figura 9: Aplicação do questionário diagnóstico (A); Roda de conversa com os alunos (B)..	44
Figura 10: Síntese das fases da proposta didática por aula. ....	45
Figura 11: Apresentação em PowerPoint das aulas.....	48
Figura 12: Vídeo sobre o Ciclo da Água. ....	49
Figura 13: Aula expositiva e dialogada sobre ciclo da água. ....	50
Figura 14: Vídeo sobre Rios Voadores. ....	50
Figura 15: Vídeo sobre a Torre ATTO.....	50
Figura 16: Material de apoio para abordar as consequências das ações antrópica.....	51
Figura 17: Ganhadora da dinâmica.....	52
Figura 18: Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo do carbono.....	53
Figura 19: Vídeo resumido sobre o ciclo do carbono.....	53
Figura 20: Vídeo sobre as etapas do ciclo do carbono. ....	53
Figura 21: Vídeo sobre sequestro de carbono. ....	54
Figura 22: Observação de liteiras no espaço escolar. ....	55
Figura 23: Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo do nitrogênio. ....	56
Figura 24: Vídeo sobre as etapas do ciclo do nitrogênio.....	57
Figura 25: Vídeo sobre o ciclo do nitrogênio como elemento vital para agricultura. ....	57
Figura 26: Montagem do quebra-cabeça sobre o ciclo do nitrogênio. ....	58
Figura 27: Realização da Oficina Pedagógica em sala de aula. ....	59
Figura 28: Interação dos alunos na oficina pedagógica.....	61
Figura 29: Amostra de raízes de leguminosas (A); Muda de Ingá (B); Interação e observação dos alunos na identificação dos nódulos em raízes leguminosas (C); Alunos em contato com as mudas (D); Descoberta dos nódulos nas raízes da muda de Ingá (E). ....	62
Figura 30: Materiais utilizados na montagem do terrário (A); Distribuição do kit para os grupos (B); Terrários produzidos pelos alunos (C); Interação dos alunos na montagem dos terrários (D). ....	62
Figura 31: Amostra do desenvolvimento das plantas nos diferentes tipos de solo (A); Interação e observação dos alunos no experimento sobre solo e plantas (B).....	63
Figura 32: Amostra de diferentes tipos de solos submetidas ao teste de infiltração da água. ..	64
Figura 33: Participação dos alunos no experimento (A); Teste de infiltração realizado nas três amostras de solo (B). ....	64
Figura 34: Processo de investigação dos grupos para responder as questões-problemas (A); Organização dos grupos (B). ....	66
Figura 35: Materiais disponibilizados para a confecção dos cartazes. ....	67
Figura 36: Confecção dos cartazes em grupo (A); Grupo em processo de criação (B); Acompanhamento da professora entre os grupos (C).....	67

Figura 37: Apresentações orais dos quatro grupos formados.....	68
Figura 38: Registro dos alunos durante a produção dos desenhos prévios. ....	80
Figura 39: Desenhos prévios produzidos pelos alunos A2 (A); A19 (B); A23 C).....	80
Figura 40: Percepção dos alunos acerca do ciclo com mais facilidade de compreensão. ....	81
Figura 41: Compreensão conceitual dos alunos sobre CB. ....	82
Figura 42: Resultado das respostas dos alunos do questionário sobre o ciclo da água. ....	89
Figura 43: Resultado das respostas dos alunos do questionário sobre o ciclo do carbono.....	91
Figura 44: Resultado das respostas dos alunos do questionário sobre o ciclo do nitrogênio. ..	93
Figura 45: Mapa Mental GP1. ....	100
Figura 46: Mapa Mental GP2. ....	101
Figura 47: Mapa Mental GP3. ....	102
Figura 48: Mapa Mental GP4. ....	103
Figura 49: Mapa Mental GP5. ....	104
Figura 50: Orientação da professora entre os grupos (A); Investigação dos grupos para buscar soluções para as questões-problema (B).....	105
Figura 51: Cartaz confeccionado pelo GP1. ....	115
Figura 52: Cartaz confeccionado pelo GP2. ....	117
Figura 53: Cartaz confeccionado pelo GP3. ....	117
Figura 54: Cartaz confeccionado pelo GP4. ....	118
Figura 55: Alunos participantes da proposta didática. ....	124
Figura 56: Aplicação do questionário final. ....	125
Figura 57: Resultado final sobre a compreensão dos CB após a implementação da ABP.....	125
Figura 58: Resultado sobre a concepção dos alunos acerca das oficinas realizadas. ....	126
Figura 59: Resposta do questionário final do A10. ....	128
Figura 60: Resposta do questionário final do A16. ....	128
Figura 61: Resposta do questionário final da A23. ....	130
Figura 62: Resposta do questionário final do A27. ....	131
Figura 63: Capa do Produto Educacional. ....	132

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Descrição das aulas planejadas a partir das fases da ABP. ....	46
Quadro 2: Carga horária das fases da ABP por aula. ....	47
Quadro 3: Temas abordados durante as oficinas. ....	60
Quadro 4: Rubrica de avaliação de desempenho. ....	70
Quadro 5: Análise das respostas dos professores sobre os recursos pedagógicos. ....	73
Quadro 6: Análise das respostas dos professores sobre CB. ....	76
Quadro 7: Análise das respostas dos professores sobre dificuldades pedagógicas. ....	78
Quadro 8: Análise das respostas dos alunos sobre CB. ....	84
Quadro 9: Análise das respostas dos alunos sobre as mudanças climáticas. ....	85
Quadro 10: Questões-Problema formuladas durante as aulas teóricas. ....	88
Quadro 11: Síntese da concepção dos alunos sobre vídeos didáticos. ....	94
Quadro 12: Síntese de avaliação da participação e colaboração dos alunos durante as oficinas pedagógicas. ....	97
Quadro 13: Síntese de avaliação da atividade sobre a produção do mapa mental. ....	99
Quadro 14: Síntese da análise das soluções da questão-problema sobre o ciclo da água. ....	106
Quadro 15: Síntese da análise das soluções da questão-problema sobre o ciclo do carbono. ....	108
Quadro 16: Síntese da análise das soluções da questão-problema sobre o ciclo do nitrogênio. ....	111
Quadro 17: Síntese de avaliação das soluções das questões-problemas. ....	113
Quadro 18: Síntese de avaliação dos cartazes. ....	115
Quadro 19: Síntese de avaliação das apresentações orais. ....	120

## LISTA DE ABREVIACOES

<b>ABP</b>	Aprendizagem Baseada em Problemas
<b>ATTO</b>	Amazon Tall Tower Observatory
<b>BNCC</b>	Base Nacional Comum Curricular
<b>CB</b>	Ciclos Biogeoquímicos
<b>CNT</b>	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
<b>EJA</b>	Educao de Jovens e Adultos
<b>EM</b>	Ensino Médio
<b>GP</b>	Grupo
<b>LDB</b>	Lei de Diretrizes e Bases da Educao Nacional
<b>NEM</b>	Novo Ensino Médio
<b>PCN</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais
<b>PCN +</b>	Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio
<b>RCA</b>	Referencial Curricular Amazonense
<b>RS</b>	Respostas Satisfatórias
<b>RNS</b>	Respostas Não Satisfatórias
<b>SEDUC</b>	Secretaria de Estado de Educao e Desporto do Amazonas
<b>SEMMAS</b>	Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade
<b>TALE</b>	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
<b>TCLE</b>	Termo de Consetimento Livre e Esclarecido

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>13</b>
<b>CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>16</b>
1.1 A Amazônia e os Ciclos Biogeoquímicos .....	16
1.2 Ciclo da Água.....	18
1.3 Ciclo do Carbono.....	20
1.4 Ciclo do Nitrogênio.....	23
1.5 Ciclos Biogeoquímicos e as Mudanças Climáticas .....	27
1.6 O Ensino de Química e a temática Ciclos Biogeoquímicos.....	29
1.7 Oficinas Pedagógicas: uma estratégia no processo de aprendizagem .....	32
<b>CAPÍTULO 2 – PERCURSO METODOLÓGICO .....</b>	<b>35</b>
2.1 Local da Pesquisa .....	35
2.2 Caracterização do bairro Armando Mendes .....	36
2.3 Sujeito da Pesquisa.....	38
2.4 Tipo de Pesquisa .....	38
2.5 Instrumentos de Coleta de Dados .....	39
2.6 Detalhamento dos procedimentos percorridos na pesquisa .....	41
2.6.1 Diagnóstico .....	42
2.6.2 Planejamento .....	45
2.6.3 Intervenção .....	47
2.6.4 Verificação da Aprendizagem .....	69
2.7 Análise dos Dados .....	71
<b>CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>72</b>
3.1 Diagnóstico.....	72
3.2 Intervenção .....	87
3.3 Avaliação da Proposta Didática .....	125
<b>CAPÍTULO 4 – PRODUTO EDUCACIONAL.....</b>	<b>132</b>
4.1 Amazônia em Movimento: Uma proposta Didática sobre Ciclos Biogeoquímicos .....	132
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>134</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>136</b>

## INTRODUÇÃO

A Terra pode ser compreendida como um sistema químico fechado no qual as reações que mantem a biosfera são alimentadas pela energia solar. Nos últimos quatro bilhões de anos, aconteceram mudanças expressivas na composição química da superfície da Terra, originando os organismos fotossintetizantes e mudanças evolutivas em todos os organismos (Aduan; Viela *et al.*, 2004).

Intimamente relacionados com os processos geológicos, estão os CB que de forma cíclica movimentam os elementos químicos por meio da atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera da Terra. Os CB encontrados na natureza são o ciclo da água, do carbono, do nitrogênio, do oxigênio, do enxofre, do fósforo e do potássio, sem a reposição natural desses elementos químicos a existências dos seres vivos seria impactada (Rosa; Messias *et al.*, 2003).

O pai da química, Lavoisier já dizia: “na natureza, nada se perde, nada se cria, tudo se transforma”. Assim, são os CB definidos como processos naturais que permitem a circulação dos elementos químicos entre os componentes bióticos e abióticos do ambiente, integrando todos os elementos do ecossistema e garantindo a manutenção da vida.

No entanto, em virtude das ações antrópicas, ou seja, ações do ser humano sobre o meio ambiente vêm provocando nos CB alterações, e conseqüentemente gerando danos à biodiversidade. Para as autoras Muniz e Xavier *et al.* (2022) as mudanças climáticas, decorrentes de ações antrópicas, têm impactado principalmente os biomas florestais, como a floresta Amazônica, que atua como estabilizadora dos CB. Ações como o desmatamento e as queimadas estão colocando em risco essa estabilidade natural da floresta, podendo se tornar irreversível para a Amazônia nos próximos anos.

Estudos voltados para a floresta amazônica e sua influencia ao combate ao aquecimento global e às mudanças climáticas ganham cada vez mais importância na pesquisa aplicada. Como a construção do projeto Amazon Tall Tower Observatory (ATTO) ou popularmente conhecida como “Torre Alta da Amazônia” com 325 m de altura e 3 de largura, localizada no estado do Amazonas à 150 Km de Manaus-AM, na estação científica de Uatumã com finalidade científica.

A torre conta com vários equipamentos capazes de captar informações sobre os fluxos de troca entre a floresta e atmosfera, ou seja, a relação que a floresta exerce sob o clima local e global. A floresta controla o balanço de energia, o fluxo de calor latente e

sensível, o vapor d'água e os núcleos de condensação de nuvens, desempenhando um papel importante nos CB globais de gases de efeito estufa. Análises de dados coletadas na torre ATTO e em outros locais da Amazônia permitiram fazer descobertas importantes sobre a dinâmica da floresta amazônica e sua relação com as mudanças climáticas. A partir dos dados obtidos os pesquisadores descobriram que o processo do aquecimento global pode ser ainda mais intenso que o previsto originalmente, caso não se consiga frear o desmatamento e as queimadas (FAPESP, 2019).

Estas pesquisas aplicadas precisam estar cada vez mais presentes no ambiente escolar. Com a implementação do Novo Ensino Médio (NEM) temas relevantes como as mudanças climáticas, CB e o aquecimento global passaram a ganhar maior destaque dentro dos componentes curriculares. No entanto, para que esse conhecimento seja significativo e contribua de fato para a formação crítica dos alunos, é essencial que as pesquisas científicas sejam adaptadas à linguagem e ao cotidiano escolar, para serem trabalhadas de forma satisfatória.

Seguindo a Proposta Curricular do NEM que norteia e fundamenta as práticas pedagógicas para auxiliar os professores, e utilizando como suporte a Base Nacional Comum Curricular (BNCC), destaca-se no componente curricular de Química para o 2º ano do Ensino Médio (EM) à temática CB para ser trabalhado com os alunos. Nos livros didáticos em especial da área de CNT da editora FTD temos a abordagem da temática dos CB como eixo de “Transformações e conservações de matéria e energia no ambiente por meio de CB e da interação entre os seres vivos com o ambiente, bem como alguns dos impactos do ser humano nesses processos”. Por conta do NEM temas como esse estimula novas formas de ações por parte do professor, que induzem o educador a desenvolver práticas mais dinâmicas e interativas, harmonizadas com as demandas dos jovens do século XXI que se encontra em constante mudança e requer que os conteúdos estejam minimamente ligados a fatos da atualidade como a influência do homem nesses processos naturais (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020).

A Secretaria de Estado de Educação e Desporto Escolar do Amazonas (SEDUC) solicita que seja trabalhado com os alunos o ciclo do carbono, da água e do nitrogênio, nas disciplinas de química e biologia.

A disciplina de Química já abrange durante os bimestres temas fundamentais, como os processos naturais que ocorrem na natureza, à composição química das substâncias e a ligação entre os ciclos. Ao abordar esses conteúdos de forma contextualizada, é possível criar situações de aprendizagem que despertem o interesse dos

alunos, incentivando o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo. Dessa forma, esta pesquisa se mostra relevante para o meio científico ao destacar a importância de abordar os CB de forma regionalizada, especialmente no contexto da Amazônia, propondo abordagens sobre o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio, bem como as implicações ambientais do desmatamento, das queimadas e da poluição, que impactam diretamente esses ciclos.

Tal abordagem contribui para a assimilação dos alunos sobre esses conceitos científicos abordados na disciplina de química no EM, por meio de aulas teóricas e atividades práticas mediadas pela metodologia da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).

Para Godoy e Agnolo *et al.* (2020), um trabalho pautado no desenvolvimento de competências e habilidades possibilita práticas escolares mais contextualizadas às demandas da sociedade e do mundo contemporâneo, valorizando o contexto de cada estudante. É fundamental integrar à escola metodologias que capacitem os alunos a compreenderem as causas e consequências de problemas ambientais, como a escassez de água, a poluição dos rios, o aquecimento global, as mudanças climáticas e os alagamentos em áreas urbanas.

Os livros didáticos caracterizam os CB como lineares e em etapas separadas, e partindo da troca de experiência com colegas da área da docência é possível destacar a dificuldade em abordar esse conteúdo em sala de aula, além da desmotivação e dificuldade em aprender sobre o conteúdo por parte dos alunos. Os autores Rodrigues e Costa (2019), destacam a carência na base teórica-metodológica voltada para essas abordagens específicas, especialmente no que se refere aos diferentes tipos de ciclos, o que tem despertado o interesse de professores pesquisadores em explorar essa temática.

Com base nos motivos expostos anteriormente e com intuito de subsidiar adequadamente a pesquisa, delineou-se o seguinte problema: Como desenvolver uma proposta didática que possibilite a abordagem contextualizada dos CB nas aulas de química considerando o contexto amazônico, os processos naturais e as ações antrópicas típicas da região?

Perante a extrema importância em abordar os CB foram estabelecidas questões norteadoras com intuito de direcionar as investigações, além de compreender como esse conteúdo pode ser abordado em sala de aula: Como vem sendo abordado à contextualização regional para o ensino e aprendizagem dos CB no ensino de química considerando os processos naturais e as ações antrópicas?; De

que forma é possível implementar aulas expositivas e atividades práticas no ambiente escolar sobre o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio considerando o contexto amazônico na dimensão humana e ambiental?; Como elaborar um produto educacional a partir da proposta didática desenvolvida?

A partir desses questionamentos, torna-se imprescindível desenvolver uma proposta didática, com intuito de auxiliar professores e alunos no processo de aprendizagem sobre os CB. Sendo assim, a presente pesquisa teve como objetivo geral desenvolver uma proposta didática fundamentada na Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) a partir de aulas teóricas e atividades práticas para abordar de forma contextualizada os Ciclos Biogeoquímicos (CB) articulado com os processos naturais e às ações antrópicas características da região amazônica.

Os objetivos específicos foram: 1) Implementar oficinas pedagógicas para abordar a temática CB e proporcionar aos alunos uma experiência dinâmica; 2) Demonstrar a importância da contextualização regional sobre o conteúdo CB na educação básica; 3) Avaliar as contribuições das aulas teóricas e das atividades práticas sobre o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio considerando os recursos naturais amazônicos e a ação humana; 4) Criar um produto educacional com base na proposta didática desenvolvida.

## **CAPÍTULO 1 - REFERENCIAL TEÓRICO**

Essa fundamentação apresenta o embasamento teórico, para o desenvolvimento da pesquisa que será realizada no ensino sobre CB e a Amazônia, destacando o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio e a sua importância, reciclagem dos elementos químicos durante esse processo, a influência antrópica como consequência na funcionalidade desses ciclos, a descrição da BNCC sobre a temática em torno do ensino e os demais documentos regionais, bem como propostas de atividades práticas para auxiliar na aprendizagem dos alunos.

### **1.1 A Amazônia e os Ciclos Biogeoquímicos**

A região amazônica é conhecida por sua abundância de água e biodiversidade, tornou-se mundialmente conhecida por possuir a maior reserva florestal contínua do mundo, com vastas reservas minerais, inúmeras espécies em fauna e flora, e microrganismos que enriquecem o solo amazônico (Silva; Oliveira *et al.*, 2023). A floresta Amazônica por ser considerada uma floresta tropical, apresenta condições

climáticas favoráveis, como alta temperatura, alta umidade e chuvas abundantes, que contribuem para o crescimento e a diversidade de espécies de animais e vegetais. Suas matas ou florestas são divididas em três tipos principais: terra-firme, igapó e várzea.

Em pesquisas realizadas pela empresa Santo Antônio de Energia (2022), descrevem que o que diferencia um tipo da outra é o volume de água. A floresta de terra firme, por exemplo, nunca é inundada, mesmo apresentando altos índices de umidade. Já a mata de várzea sofre inundações apenas durante os períodos de cheia dos rios. No entanto, a mata de igapó permanece submersa durante o ano todo. Apesar dessas diferenças, todas essas formações desempenham um papel fundamental no equilíbrio climático, estudiosos apontam que a floresta Amazônica libera anualmente mais de 7 trilhões de toneladas de água na atmosfera, por meio dos processos de evaporação e transpiração das plantas.

Além de sua extraordinária biodiversidade, a floresta Amazônica desempenha um papel crucial na redução do aquecimento global devido sua capacidade de armazenar grandes quantidades de carbono em sua biomassa. Por meio da fotossíntese, às árvores capturam o dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) da atmosfera e incorporam em seus troncos, galhos, folhas e raízes. Essa função de sumidouro de carbono ajuda a reduzir a concentração de gases de efeito estufa na atmosfera, contribuindo diretamente para o equilíbrio climático global (Poggiani, 1992; Martinelli; Ometto *et al.*, 2014). Esse papel essencial está diretamente ligado aos CB nos quais a floresta Amazônica participa ativamente.

Cada ecossistema possui dinâmicas específicas de ciclagem de nutrientes, e é a partir dessa constante movimentação de matéria que os CB atuam, assim, todos os elementos químicos, tendem a circular na biosfera por meio de caminhos característicos, indo do ambiente para os organismos e vice-versa, completando o ciclo.

O termo “biogeoquímico” resume bem essa interação: *Bio* refere-se aos organismos vivos; *Geo* ao meio terrestre, fonte dos elementos químicos. Assim, a biogeoquímica é a ciência que estuda os fluxos e a troca de matéria entre os componentes vivos e não vivos do ambiente, considerando os processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem no ambiente. Na floresta Amazônica, isso se manifesta, por exemplo, na decomposição de organismos da fauna e da flora, um processo essencial realizado por bactérias decompositoras e fungos, que recicla os nutrientes e os devolvem ao solo, à água e à atmosfera (Odum; Barrett, 2011; Zibetti; Lima, 2013).

Assim, podemos considerar a atmosfera, hidrosfera, litosfera e biosfera como componentes do sistema Terra, tendo a função de reservatórios biogeoquímicos que

armazenam elementos químicos. Esses elementos são constantemente transportados por meio de processos naturais, organizados em dois grandes grupos de ciclos: os gasosos e os sedimentares. Nos ciclos gasosos, o principal reservatório é a atmosfera, enquanto nos sedimentares, a crosta terrestre desempenha essa função, ambos são fundamentais para a existência da vida em nosso Planeta, pois garantem o fluxo contínuo e equilibrado das substâncias (Aduan; Viela *et al.*, 2004).

Conforme destacado por Rosa e Messias *et al.* (2003), a matéria pode ser constantemente reaproveitada na natureza, ou seja, quando uma planta ou um animal morre, as bactérias e fungos que estão presentes nos solos dão início ao processo de decomposição desses seres, e nesse processo de decomposição, esses componentes retornam ao ecossistema, tornando-se novamente disponíveis no meio ambiente, reiniciando o ciclo natural da matéria. Assim, o funcionamento dos CB atua como uma engrenagem, na qual cada componente colabora com a continuidade da vida na Terra.

## 1.2 Ciclo da Água

A água é o bem mais precioso que nós temos na Terra, ela garante a existência das espécies, e pode ser encontrada em três estados físicos da matéria: sólido líquido e gasoso. Segundo as autoras Rosa e Messias *et al.* (2003), os oceanos e mares constituem cerca de 97% de toda água; dos 3% restantes, 2,25% estão em forma de gelo nas geleiras e nos pólos, e apenas 0,75% estão nos rios, lagos e lençóis freáticos.

O ciclo da água, ou também ciclo hidrológico (Figura 1), está relacionado ao movimento da água do seu maior reservatório, os oceanos, por evaporação para a atmosfera e posteriormente, pela precipitação (chuva) de volta para a superfície da Terra. Em seguida, há a infiltração e o escoamento nos continentes, e eventual retorno das águas aos oceanos. Parte da chuva volta para o ar por evaporação e evapotranspiração (transpiração da vegetação).

Figura 1: Representação do ciclo da água.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

Cerca de um terço da incidência de energia solar está envolvida na condução do ciclo da água. Ainda que hoje a quantidade global de água na Terra seja igual à da era glacial, a quantidade congelada variou muito ao longo do tempo geológico, sendo uma sucessão de vários processos na natureza pelos quais a água inicia o seu caminho indo de um estágio inicial até retornar a posição primitiva. Este fenômeno global de circulação fechada da água entre a superfície terrestre e a atmosfera, é impulsionado fundamentalmente pela energia radiante e associado à gravidade e à rotação terrestre. Estima-se que cerca de 10% do total de vapor seja reciclado diariamente. (Torres, 2014; Miranda; Oliveira *et al.*, 2010).

A floresta Amazônica apresenta uma vasta importância para o ciclo hidrológico em esfera nacional e mundial, por garantir e influenciar nas chuvas nas demais regiões do Brasil e boa parte da América do Sul. A umidade que vem do Oceano Atlântico é impulsionada pelos ventos para a floresta Amazônica onde caem em forma de chuva e voltam novamente para atmosfera pela transpiração das árvores, chamados de rios voadores, são eles os responsáveis por levarem água para as demais regiões do Brasil (Vicente, 2021).

Considerada como a maior floresta tropical do mundo, rica em biodiversidade e uma quantidade expressiva de rios que atravessam a sua área territorial, ela se assemelha como uma bomba d'água trazendo a umidade do oceano Atlântico para o continente mediante aos ventos.

Os rios voadores são formados pelo vapor d'água produto gerado da evapotranspiração da floresta e sua fauna. A floresta como um todo joga no ar um volume maior do que o do próprio rio Amazonas, que viaja até três mil quilômetros a América do Sul à dentro, estima-se que a floresta transpire cerca de 20 bilhões de toneladas de água por dia, essas partículas de água são levadas por intervenção dos ventos, transportando a umidade para as regiões Centro-Oeste, Sudeste e Sul do Brasil (Expedição rios voadores, 2015; Vicente, 2021).

Embora a água seja um recurso renovável, capaz de se reabastecer na superfície da Terra, seu uso irreversível, como o desperdício, a poluição dos rios e a falta de saneamento básico vem contribuindo para a escassez desse recurso tão essencial para todos. Além disso, práticas como o desmatamento, a compactação do solo e a impermeabilização das áreas urbanas dificultam a infiltração da água no solo, comprometendo o volume hídrico e afetando diretamente o ciclo hidrológico (Cavalcanti; Filho, 2024).

Essas interferências humanas não apenas reduzem a disponibilidade de água potável, mas também desencadeia o desequilíbrio de ecossistemas inteiros, prejudicando a biodiversidade e tornando as comunidades mais vulneráveis a eventos extremos, como enchentes e secas prolongadas. Assim, compreender o ciclo da água e os impactos das ações antrópicas é fundamental para promover uma gestão mais responsável dos recursos hídricos.

### **1.3 Ciclo do Carbono**

O carbono é o elemento mais essencial para a vida na Terra, em grande parte devido à sua propriedade de formar até 4 ligações covalentes, que permite que seja constituinte estrutural de uma enorme variedade de compostos essenciais como: proteínas, carboidratos, lipídeos, pigmentos, entre outros. Além de compor parte da biomassa dos seres vivos e elementos fósseis utilizados como combustíveis, a queima desses combustíveis e a decomposição de matérias orgânicas produzem os gases monóxido de carbono (CO), dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) e metano (CH<sub>4</sub>) que, em grandes quantidades, vêm alterando a composição da atmosfera. Tais alterações, aliadas a outros fenômenos, modificam os climas regionais e, conseqüentemente, o clima global. As alterações ambientais e climáticas correntes constituem um enorme desafio a curto, médio e longo prazo à humanidade, a resiliência do ambiente a impactos frequentes e intensificados, constitui uma questão crucial (Souza; Longhini, *et al.*, 2012; Zibetti;

Lima, 2013). A questão dos reservatórios de carbono da Terra e as mudanças climáticas se baseia da seguinte forma:

Os oceanos representam o compartimento mais importante do ciclo biogeoquímico global de diversos elementos essenciais, dentre eles o carbono. A dinâmica das trocas gasosas entre a atmosfera e o oceano exerce um papel fundamental nos ciclos biogeoquímicos, como também nas mudanças climáticas. Ao longo das últimas décadas a comunidade científica tem utilizado diferentes abordagens na tentativa de quantificar a contribuição das trocas de carbono inorgânico entre a atmosfera e os oceanos. No entanto, nenhuma abordagem metodológica foi até agora conclusiva, a despeito dos esforços realizados por diversos programas de pesquisa nacionais e internacionais (Ambrizzi; Araújo, 2014, p.93).

O ciclo do carbono se baseia de duas formas, uma troca rápida entre os organismos vivos e a ciclagem a longo prazo por meio de processos geológicos. Apesar de nós olharmos para eles separadamente, é importante perceber que estes ciclos estão interligados (Figura 2).

Figura 2: Representação do ciclo do carbono.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

O mesmo conjunto de dióxido de carbono atmosférico e oceânico que é utilizado pelos organismos, também, é alimentado e desgastado pelos processos geológicos, o carbono está presente no ar tanto quanto o gás dióxido de carbono, que se dissolve na água e reage com as moléculas de água para produzir o bicarbonato ( $HCO_3$ ). A fotossíntese realizada pelas plantas, bactérias e algas converte o dióxido de carbono ou

bicarbonato em moléculas orgânicas. As moléculas orgânicas feitas por fotossintetizadores são passadas por meio de cadeias alimentares e a respiração celular converte o carbono orgânico de volta em gás dióxido de carbono (Rosa; Messias *et al.*, 2003; Aduan; Viela *et al.*, 2004).

Já o armazenamento por longo prazo do carbono orgânico ocorre quando a matéria dos organismos vivos é enterrada profundamente no subsolo ou quando afunda no oceano e forma uma rocha sedimentar, a atividade vulcânica e, mais recentemente, a atividade humana e a prática de queima de combustíveis fósseis reconduzem este carbono armazenado ao ciclo do carbono. Embora a formação de combustíveis fósseis aconteça numa escala lenta de tempo geológico, a liberação humana do carbono em forma de CO<sub>2</sub> ocorre numa escala temporal muito rápida (Martins; Pereira *et al.*, 2003; Rosa; Messias *et al.*, 2003; Aduan; Viela *et al.*, 2004; Torres, 2014).

Os autores Zibetti e Lima (2013) destacam a importância de não confundir a queima dos combustíveis fósseis com o processo do efeito estufa, fenômeno esse natural da Terra e indispensável para a manutenção da vida. O termo “efeito estufa” tem sido amplamente difundido na atualidade, sendo, muitas vezes, taxado como vilão e como principal responsável pelas catástrofes climáticas que ocorrem em nosso Planeta. Sem ele, a temperatura estaria constantemente abaixo de 0 °C.

O papel da vegetação terrestre em relação à troca de material entre a crosta e a atmosfera vem ganhando cada vez mais atenção por parte da comunidade científica, devido à importância desses ecossistemas como fontes ou captadores de carbono atmosférico. Ao contrário do ciclo da água em que o impacto da atividade humana se dá principalmente pela alteração nos fluxos existentes, no ciclo do carbono, a atividade humana gera novos fluxos anteriormente inexistentes ou insignificantes antes da revolução industrial, como é o caso da adição de carbono atmosférico pela queima de combustíveis fósseis (Aduan; Viela *et al.*, 2004).

Os maiores estoques de carbono e nitrogênio do solo foram encontrados na Mata Atlântica, seguindo-se a Amazônia e o Cerrado. Quanto aos estoques de carbono e nitrogênio acima do solo, destaca-se especialmente a Amazônia como o bioma que possui o maior estoque. Interessantemente, somente na Amazônia e no Pantanal os estoques de carbono e nitrogênio são mais elevados na biomassa acima do solo em relação aos estoques do solo, divergindo dos outros biomas em que os maiores estoques se concentram efetivamente nos solos. Isso ocorre por conta as liteiras depositadas sobre o solo que possuem a importância ao ecossistema imprescindível, quando o solo está

exposto ao impacto direto do sol e das chuvas ele fica sujeito a uma rápida degradação de suas características físicas e biológicas. Por isso, uma cobertura morta na superfície do solo deve ser mantida, otimizando a sua ação de ciclagem dos nutrientes florestal. É o que ocorre na floresta Amazônica por conta da sua biodiversidade as liteiras formadas sobre a superfície dos solos permite que ocorra uma rica troca de nutrientes entre as espécies (Luizão; Coral *et al.*, 2006; Ambrizzi; Araújo, 2014).

Os autores Luizão (2007) e Ambrizzi e Araújo (2014), afirmam que ao levar em consideração os efeitos antrópicos ao meio ambiente é de se esperar que a ciclagem de carbono e nutrientes sejam alterados mediante as intervenções na floresta devido a maior ou menor alteração na cobertura da biomassa vegetal.

Segundo Malhi e Melack *et al.* (2021), a floresta amazônica atua como um dos maiores reservatórios de carbono do planeta, armazenando quantidades significativas desse elemento em sua biomassa. Esse carbono, idealmente, não deveria ser liberado para a atmosfera em grandes quantidades, pois sua estocagem é essencial para a regulação climática global. Contudo, nas últimas décadas, a Amazônia tem sido fortemente impactada pelo desmatamento e pelas queimadas.

Quando a floresta é destruída, a decomposição e a queimada da vegetação liberam o carbono contido nas árvores, aumentando a concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico, intensificando o processo de mudanças climáticas. Dessa forma, a degradação da Amazônia rompe sua função natural de sumidouro de carbono e a transforma, progressivamente, em uma fonte emissora (Fearnside, 2008).

#### **1.4 Ciclo do Nitrogênio**

Na natureza, são encontrados muitos compostos contendo nitrogênio. Esse elemento químico é essencial para a vida, e é responsável pela constituição das proteínas e do DNA que contém as informações genéticas, e é vital para o desenvolvimento e a produtividade das plantas, por estar presente, na clorofila, pigmento essencial para o processo de fotossíntese das plantas. Considerado o gás mais abundante da atmosfera terrestre, o nitrogênio tem como principal reservatório a atmosfera, ocupando aproximadamente 78% de sua composição, porém, ele não pode ser diretamente utilizado pela maioria dos seres vivos, com isso, ele precisa ser convertido em formas utilizáveis, o que se dar por meio de fixação (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020). Essa fixação pode ser biológica, realizada por seres vivos, atmosférica, realizada por descargas elétricas, ou química, realizada pelas indústrias.

Os animais necessitam do nitrogênio incorporado em compostos orgânicos (aminoácidos e proteínas), enquanto que as plantas e algas necessitam do nitrogênio sob a forma de íons de nitrato ( $\text{NO}_3^-$ ) ou íons de amônio ( $\text{NH}_4^+$ ). Qualquer processo que resulte na transformação do nitrogênio gasoso em outros compostos de nitrogênio é denominado de fixação (Monteiro; Luizão *et al.*, 2014; Meyer; Bueno *et al.*, 2022).

Segundo os estudos biológicos, algumas bactérias do gênero *Rhizobium*, *Azobacter* e *Clostridium* e cianobactérias são capazes de converter o gás nitrogênio ( $\text{N}_2$ ) em amônia ou íons de amônio, processo conhecido como fixação biológica de nitrogênio, que corresponde a 90% da fixação natural do nitrogênio (Rosa; Messias *et al.*, 2003; Torres, 2014; Godoy; Agnolo *et al.*, 2020).

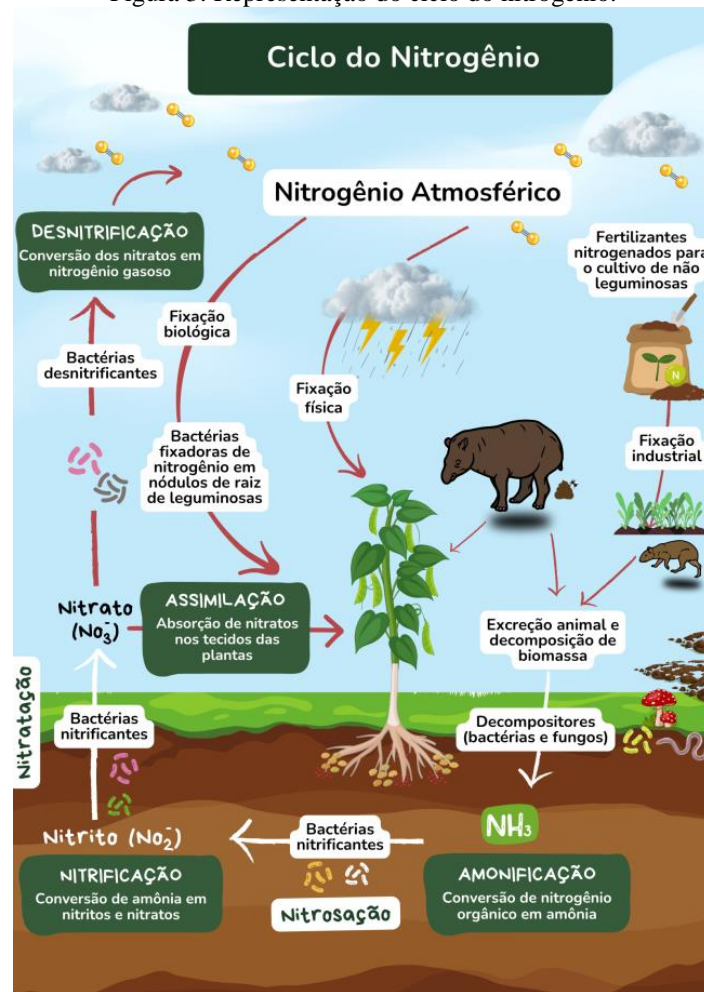
Em estudos realizados por Godoy e Agnolo *et al.* (2020), ressaltam que essas bactérias fixadoras de nitrogênio como a do gênero *Rhizobium* se colonizam nas raízes de leguminosas como ingar, soja e feijão, formando nódulos nas raízes que são capazes de fixar o nitrogênio, essas plantas, por suas vez, fornecem açúcares produzidos na fotossíntese para as bactérias, promovendo uma relação mutualista, onde ambos os organismos se beneficiam.

O nitrogênio que desce ao solo é assimilado pelas plantas a partir de uma relação simbiótica entre a planta e as bactérias do gênero *Rhizobium*, fixadoras de nitrogênio. Esses microrganismos estão fixados ao sistema radicular do vegetal, facilitando a absorção do nitrogênio pelas raízes e daí para toda a planta (Rosa; Messias *et al.*, 2003; Zibetti; Lima, 2013).

Uma vez dentro das plantas, o nitrogênio é incorporado a proteínas e ácidos nucleicos, podendo ser transferido aos demais seres vivos ao longo da cadeia alimentar. Com a obtenção do nitrogênio no organismo, ele pode ser liberado novamente ao ambiente, por meio de fezes, urina dos animais, e também pela decomposição de organismos mortos. Essa decomposição é realizada por bactérias decompositoras e por fungos. Assim, o retorno do nitrogênio para a atmosfera sob a forma de gás nitrogênio ocorre por meio da desnitrificação, realizada por bactérias desnitrificantes, dando continuidade ao ciclo (Lopes; Rosso, 2020).

Basicamente o ciclo do nitrogênio perpassa pelos seguintes processos biológicos: fixação, amonificação, nitrificação, assimilação e desnitrificação (Figura 3). Sendo um dos ciclos mais importante e complexo dos CB, pois é nele que ocorre a troca de energia entre a atmosfera, a matéria orgânica e a inorgânica (Silva; Frenedo, 2009).

Figura 3: Representação do ciclo do nitrogênio.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Porém, assim como no ciclo do carbono, o ciclo do nitrogênio tem sido comprometido por ações antrópicas, como desmatamentos, uso de fertilizantes na agricultura e a queima de combustíveis fósseis.

Essa queima de combustíveis fósseis tem aumentado a emissão de óxidos de nitrogênio significativamente na atmosfera. Entre eles, o óxido nitroso ( $N_2O$ ), um gás que contribui para intensificação do efeito estufa, que como consequência, resulta em mudanças climáticas (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020). De acordo com Poggiani (1992), Silva e Mello *et al.* (2018) e Guedes e Gabriel *et al.* (2021), essas mudanças climáticas estão resultando alterações nos microclimas florestais, interferindo diretamente nos processos de fixação, lixiviação e volatilização do nitrogênio.

Outro impacto ambiental importante está nos processos industriais voltados para a fabricação de fertilizantes químicos que realizam a fixação industrial de nitrogênio, um processo artificial de fixação. Esses fertilizantes químicos, também conhecidos por adubos químicos ou adubos inorgânicos, são utilizados na agricultura para aumentar a

produtividade das lavouras. No entanto, o uso desenfreado de fertilizantes tem aumentado a concentração de nitratos no ambiente. Isso ocorre porque parte do nitrogênio presente nesses fertilizantes não é assimilado pelas plantas, permanecendo livre no solo e sendo facilmente carregado pela água da chuva até corpos hídricos, como rios e lagos (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020). Assim, os fertilizantes químicos podem contaminar o solo e provocar a poluição das águas.

Dessa forma, o excesso de nitrato nos ambientes aquáticos ocasiona a eutrofização<sup>1</sup>, caracterizado pela formação de uma densa camada de organismos na superfície da água, o que impede a fotossíntese das plantas, inibe a entrada de luz e reduz a quantidade de gás oxigênio da água, favorecendo a proliferação de seres decompositores, como as bactérias anaeróbicas, que produzem compostos tóxicos, que afetam os seres vivos como os peixes que habitam nessas águas, além de comprometer a saúde de pessoas que a utilizam desta água para consumo (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020).

O desmatamento da floresta Amazônica é outra ação antrópica que está influenciando o equilíbrio do ciclo do nitrogênio, a combinação de mudanças climáticas globais com alterações dramáticas na cobertura do solo e o desmatamento em larga escala, podem determinar alterações no regime climático na região Amazônica e conseqüentemente na estrutura e composição da vegetação nativa (Martinelli; Ometto *et al.*, 2014). O solo da floresta amazônica naturalmente apresenta solo ácido e com baixa fertilidade, e é por meio da ciclagem dos nutrientes que ocorre a vasta variedade de espécies no solo.

A biomassa que se degrada no solo formada por resíduos vegetais (folhas, flores, frutos e sementes) e animais (fezes, urina e carcaça) denomina-se serapilheira ou liteira. Esta camada atua na proteção do solo contra a erosão, aumenta a capacidade de retenção hídrica, mantém a umidade e favorece a reprodução da fauna. Somando a isso, a decomposição da liteira é a principal via de entrada de nutrientes para o sistema solo-planta (Rodrigues, 2022). Os autores Silva e Mello (2018), ressaltam que os processos de ciclagem de nutrientes, acúmulo e decomposição da matéria orgânica, se tornam um conjunto de processos apontados como responsáveis pelo equilíbrio existente dos ecossistemas naturais.

---

<sup>1</sup> Eutrofização: acúmulo excessivo de nutrientes na água, induzindo a proliferação de micro-organismos como as algas.

## 1.5 Ciclos Biogeoquímicos e as Mudanças Climáticas

As alterações ambientais e climáticas constituem um enorme desafio a curto, médio e longo prazo à humanidade. A resiliência do ambiente referente aos impactos frequentes e intensificados sofridos constitui uma questão crucial, ou seja, sua capacidade de se adaptar e de se recuperar dos impactos, tem se tornado cada vez mais difícil, acarretando, por exemplo, o desequilíbrio dos CB, transformando áreas naturais em ocupações antrópica e contaminando ambientes. As influências antrópicas como o desmatamento, interfere diretamente nos fluxos hidrológicos, ocasiona a perda da biodiversidade, gera degradação do solo e contribui com as alterações dos padrões climáticos (Martinelli; Ometto *et al.*, 2014).

Portanto, essas atividades humanas ocasionam perturbações aos CB, gerando consequentemente o desequilíbrio ecológico e impactando negativamente a resiliência do ambiente. As emissões das queimadas possuem vários efeitos que refletem no equilíbrio climático e nos CB do planeta. Além do CO<sub>2</sub> ser liberado pelas atividades humanas, as emissões de metano e de óxidos de azoto, também contribuem com o aumento do efeito estufa na atmosfera. No caso do CO<sub>2</sub>, a emissão durante a queimada pode ser reincorporada à vegetação no seu restabelecimento no ciclo natural, porém em situações de desflorestamento, isto pode não ocorrer (Freitas; Longo *et al.*, 2005).

Nas últimas décadas, o aumento gradual da temperatura média do planeta ocasionaram graves consequências para a humanidade e para a vida na Terra, sendo esse um dos tópicos mais recorrentes no cenário nacional e internacional (Cenci; Lorenzo, 2020).

Enchentes históricas, incêndios florestais recordes, ondas de calor sem precedentes e secas, são eventos extremos que se multiplicam e se tornarão cada vez mais frequentes no Brasil, alertam os especialistas (O Globo, 2024). As mudanças climáticas não só intensificam o aquecimento global, como consequentemente resulta no aumento da temperatura do planeta Terra, ocasiona secas, incêndios florestais, derretimento das geleiras, tempestades catastróficas, escassez de água potável e o aumento do nível do mar.

No norte do Brasil temos como exemplo a seca histórica na Amazônia que ocorreu no ano de 2023 reduzindo o volume dos rios em níveis mínimos, considerado o mais baixo dos últimos 120 anos, secando por completo em alguns trechos e impactando milhares de pessoas que vivem na região e ocasionando a morte de vários animais. Nas

últimas décadas, as regiões amazônicas veem enfrentando vários eventos hidrológicos extremos, períodos de precipitações abaixo do normal ocorreram em 1906, 1916, 1963, 1980, 1983, 1995, 1997, 1998, 2005, 2010 e 2023, levando a diminuição dos níveis dos rios de forma anormal, essas secas estão associadas ao fenômeno El Niño e as mudanças climáticas (Marengo; Espinoza *et al.*, 2021; Clarke; Barnes *et al.*, 2024).

Na região sul do Brasil no ano de 2024, podemos utilizar como exemplo, as inundações geradas pelas chuvas intensas e ciclones que atingiram o estado do Rio Grande do Sul deixando varias cidades inundadas, ocasionando mortes, desalojamento dos habitantes e sofrimento aos gaúchos. Comprovando que os eventos climáticos estão acontecendo do norte ao sul e cada vez de forma mais severa.

De acordo com a Organização Meteorológica Mundial (OMM), a catástrofe ocorrida no sul do Brasil reacende a necessidade de uma resposta mais integrada ao fenômeno El Niño e aos impactos das alterações climáticas. O El Niño é o fenômeno responsável pelo aquecimento das águas do Pacífico, que ocasiona o bloqueio das frentes frias. Em contraponto, temos a floresta amazônica que emite a massa de ar úmida, denominada como rios voadores, responsáveis pela distribuição das chuvas nos demais estados brasileiros, que em conjunto com o El Niño cooperou na intensificação das chuvas na região gaúcha, por conta do contraste térmico com o ar mais quente ao norte da região sul bem como o ar mais frio ao sul do Rio Grande do Sul afetando drasticamente a região (ONU News, 2024).

Em vista disso, destacamos a importância dos biomas florestais, pois eles influenciam na manutenção do clima regional e global, na emissão e retenção de gases, na evapotranspiração, no fornecimento de vapor d'água, dentre outros fatores (Carneiro; Moura *et al.*, 2013).

O autor Fearnside (2008), ressalta que as florestas tropicais são fundamentais em debates científicos e em políticas sobre mudanças climáticas em razão das contribuições significativas do desmatamento e outras mudanças sobre o clima. O prospecto é que áreas florestais não sobreviverão às mudanças de clima projetadas sob o atual cenário, pois são vulneráveis à mudanças climáticas.

Pesquisas científicas alertam que a Amazônia pode atingir até 2050 um ponto de não retorno, o que indicaria o início do colapso parcial ou total da floresta, entre as possíveis consequências, estaria à aceleração do aquecimento global. O motivo para a catástrofe é o reflexo do desmatamento, secas extremas e incêndios que corroboram com o estresse sem precedentes à maior floresta tropical do mundo (Gama, 2024).

Para reverter essa situação, é crucial adotar abordagens integradas que promovam a conservação dos ecossistemas, a redução das emissões de gases de efeito estufa, a adoção de práticas agrícolas sustentáveis e o desenvolvimento de tecnologias limpas e renováveis. Além disso, é necessário promover a conscientização nos seres humanos para incentivar nas mudanças de comportamento em direção a um estilo de vida mais sustentável e responsável.

## **1.6 O Ensino de Química e a temática Ciclos Biogeoquímicos**

O ensino de química frequentemente é debatido em congressos de educação e ensino por pesquisadores da área educacional, sobretudo pelas dificuldades enfrentadas pelos alunos do EM durante o processo de aprendizagem. Essas dificuldades estão associadas, em grande parte, à complexidade dos conteúdos químicos e à carência de conhecimentos prévios fundamentais para a compreensão de determinados assuntos, como é o caso dos CB que possui sua determinada complexidade.

Diante desse cenário, é essencial que o professor proponha em sala de aula, abordagens didáticas que promovam uma maior aproximação entre os conteúdos conceituais e o cotidiano dos alunos. Segundo a BNCC (Brasil, 2018, p.547):

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental no que se refere: aos conhecimentos conceituais da área; à contextualização social, cultural, ambiental e histórica desses conhecimentos; aos processos e práticas de investigação e às linguagens das Ciências da Natureza.

Vale ressaltar que, na área de CNT os conhecimentos conceituais são organizados em leis, teorias e modelos. A elaboração, interpretação e aplicação desses modelos explicativos para fenômenos naturais e sistemas tecnológicos são aspectos centrais do fazer científico, assim como a identificação de regularidades, invariantes e transformações. Portanto, o EM deve promover o desenvolvimento do pensamento científico por meio de aprendizagens específicas que favoreçam sua aplicação em diferentes situações e contextos (Brasil, 2018).

É importante considerar que cada fase vivenciada pelo aluno representa um processo contínuo de construção do conhecimento ao longo da sua trajetória acadêmica, exercendo seu protagonismo, atuando como sujeito ativo e pensante em sua comunidade.

Sobre o ensino de química voltado para temática CB é importante verificar o que os documentos norteadores do ensino (BNCC<sup>2</sup>, PCN<sup>3</sup>, PCN+<sup>4</sup> e RCA<sup>5</sup>) abordam sobre o objeto de estudo em questão. Observa-se que a pesquisa está integrada às competências e habilidades da 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 BNCC estabelece para a área de CNT no EM três competências específicas. No entanto, diante ao objeto de estudo CB destaca-se a primeira competência:

Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global (Brasil, 2018, p. 554).

Essa competência específica orienta a análise dos fenômenos naturais e os processos tecnológicos sob a perspectiva das relações entre matéria e energia. Essa abordagem permite avaliar as potencialidades, limites e riscos envolvidos no uso de materiais e tecnologias, promovendo decisões responsáveis diante dos desafios contemporâneos. E como habilidade (Brasil, 2018, p. 555):

(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

Entretanto, como destacam Silva e Frenedozo (2009), um dos grandes desafios enfrentados pelos professores é transformar o conhecimento científico em conteúdo didático acessível, preservando suas propriedades e características essenciais, para que seja efetivamente assimilado pelos alunos. Esse processo requer sensibilidade pedagógica, domínio do conteúdo e estratégias que favoreçam a compreensão sem a perda da essência conceitual, transformadas didaticamente para serem assimiladas pelos alunos.

---

<sup>2</sup> Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

<sup>3</sup> Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN).

<sup>4</sup> Parâmetros Curriculares Nacionais Complementares (PCN+).

<sup>5</sup> Referencial Curricular Amazonense (RCA).

Corroborando com a abordagem proposta pela BNCC temos o PCN e o PCN+ que apresenta uma visão que se contrapõe à velha ênfase da memorização de informações, fórmulas e nomenclaturas desconectadas do cotidiano do aluno. Em vez disso, esses documentos propõe que os conteúdos sejam abordados de forma integrada e contextualizada, de modo que os alunos compreendam as transformações químicas presentes nos processos naturais, quanto nos tecnológicos, promovendo uma aprendizagem significativa e conectada à realidade (Brasil, 2002).

Tanto os PCNs quanto a BNCC compartilham uma linguagem educacional voltada ao desenvolvimento de competências e habilidades, destacando a necessidade de alinhar o currículo escolar com às demandas da vida contemporânea. Ambos os documentos buscam formar cidadãos capazes de atuar criticamente no mundo, no entanto, apresentam diferenças importantes em relação ao papel do professor no processo de ensino-aprendizagem.

Enquanto os PCNs atribuem ao professor à responsabilidade de selecionar e organizar os conteúdos com base na realidade dos alunos, a BNCC adota uma abordagem mais direcionada, com conteúdos previamente definidos, e o foco da atuação do professor recai sobre a adoção de metodologias diversificadas que resultem em bons desempenhos aos estudantes. Como destacam os autores Galian e Pietri *et al.* (2021), o professor diante da BNCC não “precisa” se preocupar com a escolha dos conteúdos, pois a BNCC já os selecionou, mas sim encontrar caminhos pedagógicos mais eficazes para garantir a aprendizagem e o desempenho dos seus alunos em sala de aula (Galian; Pietri *et al.*, 2021).

Além desses documentos nacionais, é importante considerar as adaptações regionais, como é o caso do Referencial Curricular Amazonense (RCA). Esse documento, alinhado às diretrizes da BNCC atende às especificidades socioculturais e ambientais do estado do Amazonas. No componente curricular de Química, o RCA propõe conteúdos voltados à sustentabilidade, às transformações químicas e aos avanços tecnológicos, orientando o ensino para a reflexão sobre o uso consciente dos recursos naturais. Esses conteúdos visam atender às necessidades humanas, econômicas, sociais e ambientais da região, incentivando os alunos a refletirem e aplicarem os conhecimentos científicos de maneira sustentável e sem prejudicar o meio ambiente. Esse enfoque sustentável é crucial para formar cidadãos conscientes e responsáveis no uso dos recursos naturais (Amazonas, 2020).

O intuito do documento é alinhar as expectativas à respeito da implementação do NEM no estado, que visa agregar mais sentido aos conteúdos curriculares relacionados a temas da atualidade (Amazonas, 2020). A proposta do NEM busca não apenas adaptar a educação às necessidades contemporâneas, mas também enriquecer o processo de ensino e aprendizagem, tornando-o mais dinâmico e alinhado com os desafios das realidades do mundo atual. Através dessas iniciativas, espera-se que os alunos desenvolvam competências e habilidades que lhes permitam atuar de maneira crítica, responsável e inovadora na sociedade.

Na proposta curricular do NEM temos os CB atrelados as habilidades estabelecidas pela BNCC inseridas no componente curricular de química e biologia para o 2º ano do EM. O documento detalha as principais características químicas dos ciclos biogeoquímicos; ciclo da água; ciclo do carbono e o ciclo do nitrogênio. Dessa forma, percebe-se que todos os documentos se complementam em prol de um ensino de qualidade que visa tanto a parte intelectual, quanto à formação dos estudantes como futuros cidadãos responsáveis com o meio ambiente (PCP, 2021).

### **1.7 Oficinas Pedagógicas: uma estratégia no processo de aprendizagem**

Diante do fato de que o processo de aprendizagem ocorre de maneira distinta entre os indivíduos, educadores e pesquisadores tem se dedicado a investigar os fatos que influenciam esse processo, com o objetivo de torná-lo mais eficaz. Nesse contexto, destaca-se a importância das estratégias de aprendizagem.

O termo “estratégia de aprendizagem” refere-se a uma sequência de procedimentos ou atividades que são selecionadas com o propósito de facilitar a aquisição de novos conhecimentos, armazenamento e/ ou a sua utilização. Essas estratégias funcionam como métodos ou técnicas que auxiliam os alunos na execução tarefas específicas, promovendo uma aprendizagem mais ativa, reflexiva e significativa (Dembo, 1994; Boruchovitch, 1999). Entre os grupos de estratégias, destaca-se a estratégia cognitiva e a metacognitiva.

Segundo Dembo (1994), as estratégias cognitivas referem-se às ações concretas realizadas pelos alunos, envolvendo técnica de memorização, compreensão, análise e síntese das informações. Enquanto, as estratégias metacognitivas envolvem o planejamento das atividades, o monitoramento do próprio desempenho e a avaliação do aprendizado em relação a um determinado conteúdo. Com base nessa distinção, a presente pesquisa fundamentou-se nas estratégias cognitivas como principal recurso para

favorecer o processo de aprendizagem, que são classificadas em três subgrupos, cada uma com funções específicas no processo educativo: ensaio, elaboração e organização.

As estratégias de ensaio envolvem a repetição ativa do conteúdo, seja oralmente ou por escrita, sendo comumente utilizadas para memorização de fatos e conceitos, funcionando como um reforço contínuo. Já as estratégias de elaboração consistem em estabelecer conexões entre o novo conhecimento e os conhecimentos prévios, por meio de atividades como reescrever, resumir, criar analogias, elaborar anotações mais complexas, criar e responder perguntas sobre o conteúdo a ser aprendido, ocorrendo o processo de integração do conhecimento. Por fim, as estratégias de organização visam impor uma estrutura lógica ao material estudado, por meio da criação de resumos, mapas conceituais e esquemas. Essas técnicas favorecem a compreensão e a retenção dos conteúdos, auxiliando os alunos a entenderem e organizarem o conteúdo de forma mais lógica, e conseqüentemente tornando o material mais significativo (Boruchovitch, 1999).

Nesse contexto, as oficinas pedagógicas se mostram particularmente eficazes, por associarem teoria e prática, ajudando a desenvolverem habilidades cognitivas a partir de experiências concretas. As atividades práticas se caracterizam como um sistema de ensino-aprendizagem, que possibilita novas relações de troca, que cria e recria situações, baseando-se na relação do sujeito com o objeto de estudo (Souza, 2016).

Um dos requisitos mais importantes a serem levados em consideração pelo professor no processo ensino-aprendizagem é o de desenvolver meios de dinamizar a assimilação de conteúdos por parte dos alunos. Relacionar teoria e prática é sempre um desafio para os professores, que buscam planejar e refletir sobre quais são os melhores métodos e/ou recursos didáticos a serem utilizados para que haja uma aprendizagem significativa. Corroborando com essa ideia, temos:

O recurso didático, por sua vez, não tem a capacidade de garantir inteiramente a aprendizagem do aluno, mas desperta nos mesmos um interesse maior na aula, pois oferece ao educando a oportunidade de trabalhar com elementos que o permitam ser protagonista na construção do conhecimento (Silva; Muniz, 2012, p. 65).

Assim, a proposta das oficinas pedagógicas no ensino de química para abordar os CB no contexto amazônico, surge de forma satisfatória, onde visa motivar os alunos e melhorar o entendimento dos conceitos científicos. Sendo assim, temos a seguinte afirmação:

Nesse sentido, a metodologia da oficina muda o foco tradicional da aprendizagem, passando a incorporar a ação e a reflexão. Em outras palavras, numa oficina ocorrem apropriação, construção e produção de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva (Paviani; Fontana, 2009, p. 78).

Para Vieira e Volquind (2002), as oficinas pedagógicas funcionam como estratégia de ensino e aprendizagem embasada na realização de tarefas coletivas, por meio da promoção de investigação, ação e reflexão, envolvendo o conhecimento teórico com sua aplicação concreta. As oficinas devem abordar uma determinada situação problema que, mesmo tendo o foco em um único problema, ela é multifacetada e sujeita a diferentes interpretações para Marcondes (2008, p. 2) “é um espaço e tempo em que o ensino e a aprendizagem se apresentam a partir de um fazer coletivo baseado no aprender fazendo”.

A realização de uma oficina, assim como qualquer ação pedagógica, requer planejamento. No entanto, é durante sua execução que ela assume características diferenciadas em relação às abordagens tradicionais centradas no professor e no conteúdo. Para Paviani e Fontana (2009), o planejamento, embora previamente estruturado é marcado pela flexibilidade, ajustando-se às situações-problema apresentadas pelos participantes, a partir de seus contextos reais.

Entre as metodologias que podem mediar essa gama de recursos voltados para o processo de ensino-aprendizagem, destaca-se a ABP que se relaciona muito bem com as oficinas pedagógicas. A ABP ou *Problem-Based Learning* (PBL) como é conhecida na língua inglesa é um método de ensino e aprendizagem que nasceu em 1965 na escola de medicina de *McMaster* no Canadá. O objetivo era ampliar o conhecimento e o desenvolvimento das habilidades médicas dos alunos em trabalho coletivo, cooperativo e colaborativo, partindo de situações-problema hipotéticas e próximas daquilo que os futuros médicos encontrariam em suas vidas profissionais (Borochovicus; Tassoni, 2021).

Mas, com o passar do tempo a ABP ultrapassou os limites da área do curso de medicina, sendo adotada em diferentes países, inclusive no Brasil, e adaptada para o ensino na educação básica e superior. Essa adaptação mostrou-se eficaz, por se tratar de uma metodologia que utiliza cenários da vida real com intuito não só de desenvolver o conhecimento científico, mas também o desenvolvimento do pensamento crítico dos alunos.

A ABP apresenta uma abordagem pedagógica que promove a capacidade do profissional da área da educação em desenvolver habilidades nos alunos a “aprender a

aprender”, termo que abrange o aprender a conhecer, o aprender a fazer, o aprender a conviver e o aprender a ser (Lopes; Filho *et al.*, 2011). Essa abordagem se baseia na resolução de problemas como ponto central das discussões curriculares, aliando metodologia e prática, pesquisa e ensino, prevendo o domínio dos conceitos voltados para as competências e habilidades de selecionar e enfrentar questões, além da sala de aula. Isso ocorre porque a ABP sugere que o aluno busque o que necessita aprender, a partir das orientações ofertadas pelo professor (Bufrem; Sakakima, 2003).

## CAPÍTULO 2 – PERCURSO METODOLÓGICO

### 2.1 Local da Pesquisa

A pesquisa foi desenvolvida na Escola Estadual Manuel Rodrigues de Souza (Figura 4), situada na cidade de Manaus-AM, sendo uma escola estadual da rede pública localizada no bairro Armando Mendes, Av. Itacolomy S/N. CEP: 69089-321.

Figura 4: Escola onde foi realizada a pesquisa.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

A Escola Estadual Manuel Rodrigues de Souza foi criada por meio do Decreto Lei nº 22.610/2002 e inaugurada em dezembro do mesmo ano, durante a gestão do então governador Amazonino Armando Mendes. O nome da instituição presta homenagem ao professor Manuel Rodrigues de Souza, que se destacou por sua atuação no bairro Colônia Antônio Aleixo, onde desenvolveu relevantes trabalhos na área educacional, deixando um legado de dedicação e compromisso (PPP, 2022).

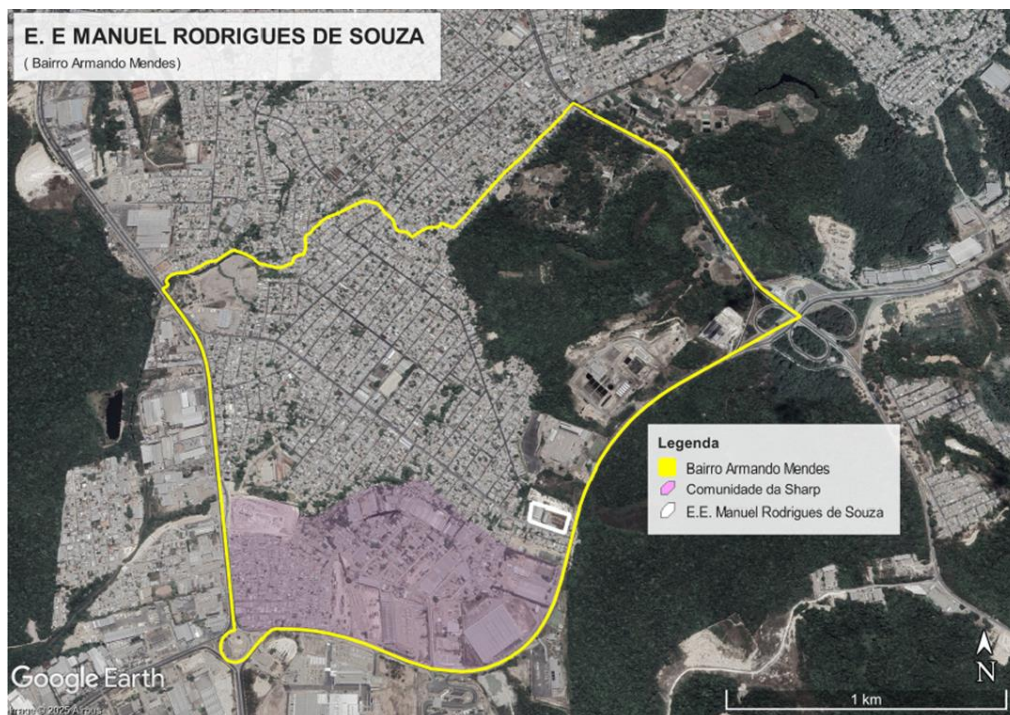
Atualmente, a escola oferece diferentes etapas da Educação Básica, contemplando o Ensino Fundamental II, o EM e a Educação de Jovens e Adultos (EJA), em regime regular e atuando nos três turnos. Seguindo as diretrizes da proposta do NEM a instituição conta com uma estrutura diversificada, composta por ambientes pedagógicos como sala de mídias, laboratório de informática, quadra esportiva e biblioteca. Todos esses ambientes são disponibilizados para apoiar professores e alunos, enriquecendo o processo de ensino e aprendizagem e promovendo um ambiente escolar dinâmico e inclusivo.

A escolha desta escola como campo de pesquisa justifica-se por dois fatores: primeiro, por ser a escola na qual estou lotada como professora e segundo, por estar inserida em uma área que enfrenta problemas recorrentes, como alagamentos durante o período chuvoso, presença de moradias em locais inadequados e descarte incorreto de lixo, configurando um cenário propício e relevante para o desenvolvimento da presente pesquisa.

## **2.2 Caracterização do bairro Armando Mendes**

O bairro Armando Mendes está localizado na Zona-Leste de Manaus, próximo ao Distrito Industrial (Figura 5), fundado em 25 de agosto de 1987, o nome do bairro é uma homenagem ao então governador da época Amazonino Armando Mendes. A criação do bairro tinha como intuito abrigar moradores de outras partes da cidade, moradores das margens de Igarapés e oriundos do interior, atraídos pela Zona Franca através da criação do Polo Industrial de Manaus (PROSAMIN+, 2021).

Figura 5: Demarcação do bairro Armando Mendes.



Fonte: Satélite Google Earth, 2025.

No entanto, estudos realizados pelo pesquisador Nascimento (2019), destaca que em relação ao processo de migração e expansão da cidade de Manaus o bairro Armando Mendes não fugiu do contexto da urbanização desordenada, o bairro que a princípio se caracterizava como conjunto de habitação no período da construção das primeiras casas teve o seu entorno invadido, havendo ocupações inadequadas, originando a Comunidade da Sharp que se desenvolveu dentro do bairro Armando Mendes.

Mediante a essas ocupações irregulares de casebres, nascentes foram aterradas para o avanço das ocupações e instalações de empresas. Apesar disso, ao redor do bairro ainda existem fragmentos de áreas verdes como a reserva ecológica “Sauim Castanheira” localizada nos arredores da Zona Franca de Manaus criada pelo Decreto Presidencial 87.455 em 12 de agosto de 1982 com o objetivo de preservar espécies como o macaco sauím-de-coleira e as castanheiras, visando proteger o ecossistema da expansão industrial. Porém, estudos destacam que nascentes situadas no bairro Armando Mendes e no conjunto Acariquara se encontram degradadas, resultado dos despejos de resíduos e dejetos gerados pelas residências e empresas da Zona Franca (Andrade, 2023).

Como consequência, os moradores da comunidade da Sharp enfrentam graves problemas ambientais, como despejo de lixo, saneamento básico, esgotamento sanitário, odores e alagações nos períodos chuvosos, transbordando os igarapés e inundando moradias e escolas. Mas, atualmente esses moradores foram indenizados e realocados, graças à iniciativa do governo estadual do Amazonas, essas famílias foram beneficiadas

pelas ações do Prosamin+ (Programa Social e Ambiental de Manaus e Interior) que visa garantir um futuro melhor para os moradores que habitavam em áreas de riscos, as obras iniciaram no final do ano de 2022 e a previsão de entrega se estende até 2027.

### **2.3 Sujeito da Pesquisa**

Os sujeitos da pesquisa foram 4 professores e 31 alunos do 2º ano do EM da disciplina de química, regularmente matriculados na escola. Para iniciar esta pesquisa a proposta foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) pela Plataforma Brasil.

Ao receber a anuência da direção institucional e a obtenção do parecer favorável Nº 7.075.580/ CAAE 81894224.4.0000.8119, iniciou-se a pesquisa com os participantes (Apêndice A). Para iniciar a aplicação das fases planejadas, os participantes da pesquisa precisaram estar cientes de sua participação, formalizada por meio da assinatura do TALE<sup>6</sup> (Apêndice B) e do TCLE<sup>7</sup> (Apêndice C).

Nestes termos, foram descritos a finalidade da pesquisa, os riscos, os benefícios e os dados para contato com a responsável pelo desenvolvimento da proposta, para respeitar os direitos dos alunos, evitando qualquer possível problema no decorrer da pesquisa.

### **2.4 Tipo de Pesquisa**

A pesquisa é um procedimento racional e sistemático que tem como metas principais gerar um novo conhecimento, corroborar ou refutar algum conhecimento já preexistente, é sempre requerida quando não se dispõe de informações suficientes para responder um determinado problema. Sendo, basicamente um processo de aprendizagem tanto do indivíduo que a realiza quanto da sociedade na qual esta se desenvolve (Gil, 2002; Clark; Castro, 2003). Para ser considerada uma pesquisa científica confiável é necessário seguir uma estrutura sistemática onde o intuito é responder um problema e suas questões norteadoras levantadas referente a um determinado contexto, como é o caso da temática apresentada nesse trabalho sobre os ciclos biogeoquímicos e a Amazônia que visa desenvolver o processo de ensino e aprendizagem dos alunos.

Esse estudo científico terá uma abordagem qualitativa pelo fato de ser flexível e se preocupar com a questão da realidade dos indivíduos que farão parte da pesquisa, se baseando nos pressupostos, no confronto entre dados, nas evidências percebidas nas

---

<sup>6</sup> Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE).

<sup>7</sup> Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE).

fontes, nas informações levantadas, a partir de documentos, no material bibliográfico sobre o tema a ser investigado e no conhecimento acumulado pelos pesquisados (Bogdan; Biklen, 1994).

Segundo Creswell (2010) essa abordagem é propícia para explorar e para entender o significado que os indivíduos ou os grupos atribuem a um problema social ou humano. O processo de pesquisa envolve as questões e os procedimentos que emergem, os dados tipicamente coletados no ambiente do participante, a análise dos dados indutivamente construída a partir das particularidades para os temas gerais e as interpretações feitas pelo pesquisador acerca do significado dos dados.

Tendo como ponto de partida a definição da abordagem qualitativa no desenvolvimento da pesquisa e como metodologia a utilização da ABP por meio de aulas teóricas e atividades práticas, familiarizando os alunos sobre os fatos e fenômenos relacionados à temática CB.

## **2.5 Instrumentos de Coleta de Dados**

Os instrumentos de coleta de dados são fundamentais para o desenvolvimento de uma pesquisa, pois permitem ao pesquisador reunir informações relevantes e necessárias para alcançar os objetivos propostos no estudo. A escolha desses instrumentos deve estar alinhada ao tipo de pesquisa realizada, podendo incluir questionários, entrevistas, observações ou análises documentais. Além disso, essas técnicas podem ser combinadas em uma mesma investigação, permitindo a obtenção de um conjunto mais amplo e diversificado de dados, o que enriquece a compreensão do objeto que está se propondo a investigar (Bruyne; Herman; Marc, 1997; Robaina; Fenner *et al.*, 2021).

Para a realização do levantamento de dados desta pesquisa, foram utilizados diferentes instrumentos e métodos de coleta de informações. Com os professores, aplicou-se a técnica da entrevista. Já com os alunos, foram realizados a roda de conversa, o diagnóstico inicial, a avaliação após-aulas teóricas e a avaliação final após implementação da proposta didática, além da utilização de rubrica para acompanhar e analisar o desenvolvimento dos alunos ao longo do processo.

A entrevista teve como foco compreender as estratégias utilizadas pelos professores no processo de ensino dos CB bem como as dificuldades enfrentadas ao abordar esse conteúdo em sala de aula. Para isso, foi aplicada uma entrevista semi-estruturada, elaborada a partir de um roteiro com perguntas direcionadas ao tema (Apêndice D), cada professor participante recebeu o TCLE. Essas entrevistas foram

registradas em formato de áudio, com intuito de captar as percepções, os conhecimentos e as experiências dos professores sobre CB e a relação desse tema com a realidade amazônica. Segundo Ribeiro (2008), a entrevista mediada por questões semi-estruturada é uma técnica que permite que o entrevistado discorra e verbalize seus pensamentos, tendências e reflexões sobre o tema apresentado, portanto, a entrevista é a técnica mais pertinente quando o pesquisador quer aprofundar a compreensão sobre o seu objeto de estudo.

Para realizar a fase diagnóstica com os alunos utilizamos a roda de conversa por ser um importante instrumento pedagógico que possibilita a observação das percepções dos alunos, e por promover a troca de ideias sobre um determinado tema. Segundo Sampaio e Santos *et al.* (2014), essa técnica cria espaços de encontros dialógicos, criando possibilidades de produção e ressignificação de sentido e saberes a partir das experiências dos participantes.

Além disso, de acordo com Ryckebusch (2011), as rodas de conversa estimulam o aprendizado coletivo, favorecendo que os alunos aprendam com o outro e a partir do outro, fortalecendo a construção compartilhada do conhecimento.

Após a roda de conversa, os alunos responderam o questionário de diagnóstico com questões abertas e fechadas, além da solicitação da produção de um desenho a partir da percepção sobre CB (Apêndice E). O intuito dessa fase diagnóstica foi verificar os conhecimentos prévios sobre a temática CB e a Amazônia.

As perguntas abertas são aquelas que permitem liberdade ilimitada de respostas ao informante. Nelas poderá ser utilizada linguagem própria, usando suas próprias palavras. Elas trazem a vantagem de não haver influência das respostas pré-estabelecidas pelo pesquisador, pois o informante escreverá aquilo que lhe vier à mente, enquanto as perguntas fechadas trarão alternativas específicas para que o informante escolha uma delas de forma clara, precisa e mensurável (Chaer; Diniz *et al.*, 2011).

Para a avaliação, foram realizadas avaliações contínuas, entre os instrumentos escolhemos os questionários e a rubrica. Ao realizar as aulas teóricas com a utilização de vídeos didáticos foram aplicados questionários com perguntas objetivas e subjetivas para cada ciclo abordado (Apêndice N, O e Q) e na avaliação final, também (Apêndice R) com intuito de avaliar a proposta didática. Esse instrumento permitiu verificar os conhecimentos prévios dos alunos e os resultados obtidos após a implementação da proposta didática.

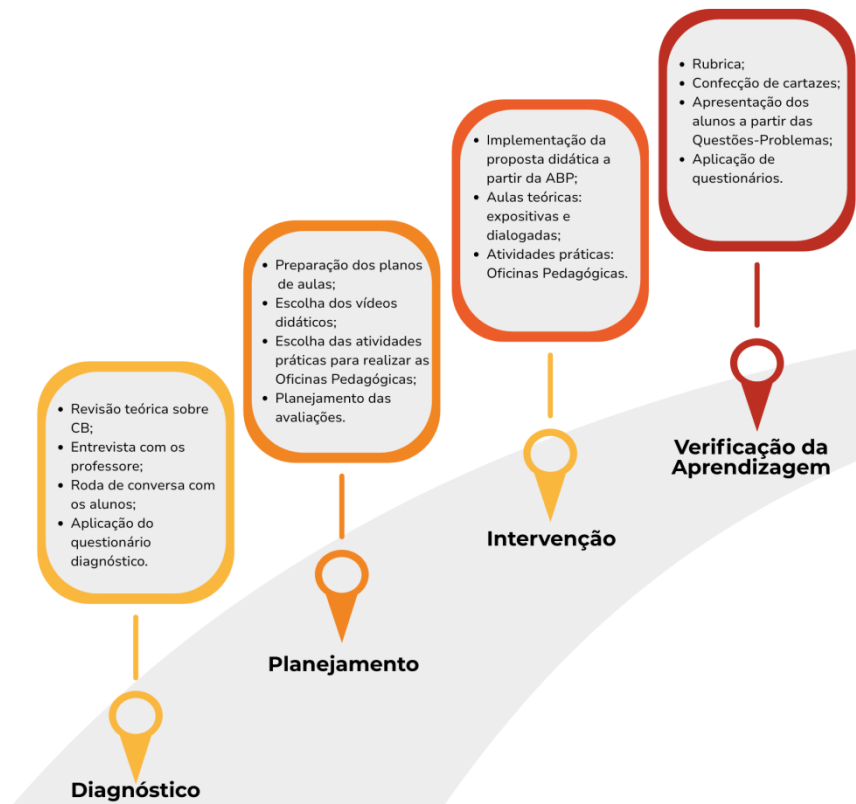
Entendemos que as rubricas, também, são instrumentos de avaliação, que permitem avaliar o progresso e desempenho dos alunos por meio de critérios claros, específicos e objetivos (Coelho; Soares *et al.*, 2023).

Ao integrar a rubrica à Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP) podemos acompanhar o processo de aprendizagem do aluno de acordo com o nível de complexidade exigido em cada fase da ABP. Essa relação colaborativa atua como um princípio fundamental da ABP sendo esse, um processo contínuo voltado para a aprendizagem dos alunos.

## 2.6 Detalhamento dos procedimentos percorridos na pesquisa

Para garantir a organização da pesquisa foram estabelecidos um conjunto de procedimentos, a saber: diagnóstico, planejamento, intervenção e verificação da aprendizagem. Cada procedimento foi cuidadosamente elaborado e executado, visando proporcionar uma análise detalhada e fundamentada sobre a temática em questão (Figura 6).

Figura 6: Organização dos procedimentos adotados.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

- **Estruturação metodológica da ABP**

O percurso metodológico escolhido para conduzir a intervenção pedagógica desta pesquisa foi à estrutura da ABP estabelecida em quatro fases (Figura 7). Segundo Leite e Afonso (2001), essa organização precisa existir, para que os professores tenham um percurso metodológico com início, meio e fim, tornando o processo coerente, significativo e contribuindo no ensino-aprendizagem dos alunos.

Figura 7: Fases da ABP.



Fonte: Elaborado pela autora, com base em Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005).

Segundo Lopes e colaboradores (2011), a utilização da ABP no ensino de Química pode contribuir para o desenvolvimento das capacidades intelectuais dos estudantes, por estimular uma postura proativa na construção do conhecimento. O ensino por problemas se destaca por ser uma estratégia que coloca o aluno como agente ativo do próprio aprendizado. Complementando essa perspectiva, de acordo com Nunes e Infante (1996) essa metodologia possibilita transformações em todas as fases do processo educativo, uma vez que os participantes são estimulados a atuar de forma ativa e com orientações claras em cada fase, o que contribui para uma aprendizagem mais significativa e contextualizada.

### 2.6.1 Diagnóstico

O diagnóstico, em sua essência, é um instrumento que visa identificar os conhecimentos prévios, habilidades, dificuldades e motivações dos alunos antes de iniciar

um novo conteúdo curricular. Ele atua como um ponto de partida para o planejamento pedagógico, permitindo que os professores não apenas reconheçam o nível de cada estudante, mas também adaptem suas abordagens pedagógicas (Silva; Oliveita *et al.*, 2024). Sendo assim, nesta pesquisa o percurso metodológico se inicia com a identificação da situação atual sobre a temática CB.

A partir desse diagnóstico, foram elaborados os planos metodológicos com suas respectivas estratégias de aprendizagem para transformar a realidade identificada, enquanto os resultados das intervenções foram continuamente monitoradas e avaliadas, visando possíveis ajustes necessários. As etapas a seguir refletem o desenvolvimento desse procedimento inicial da pesquisa.

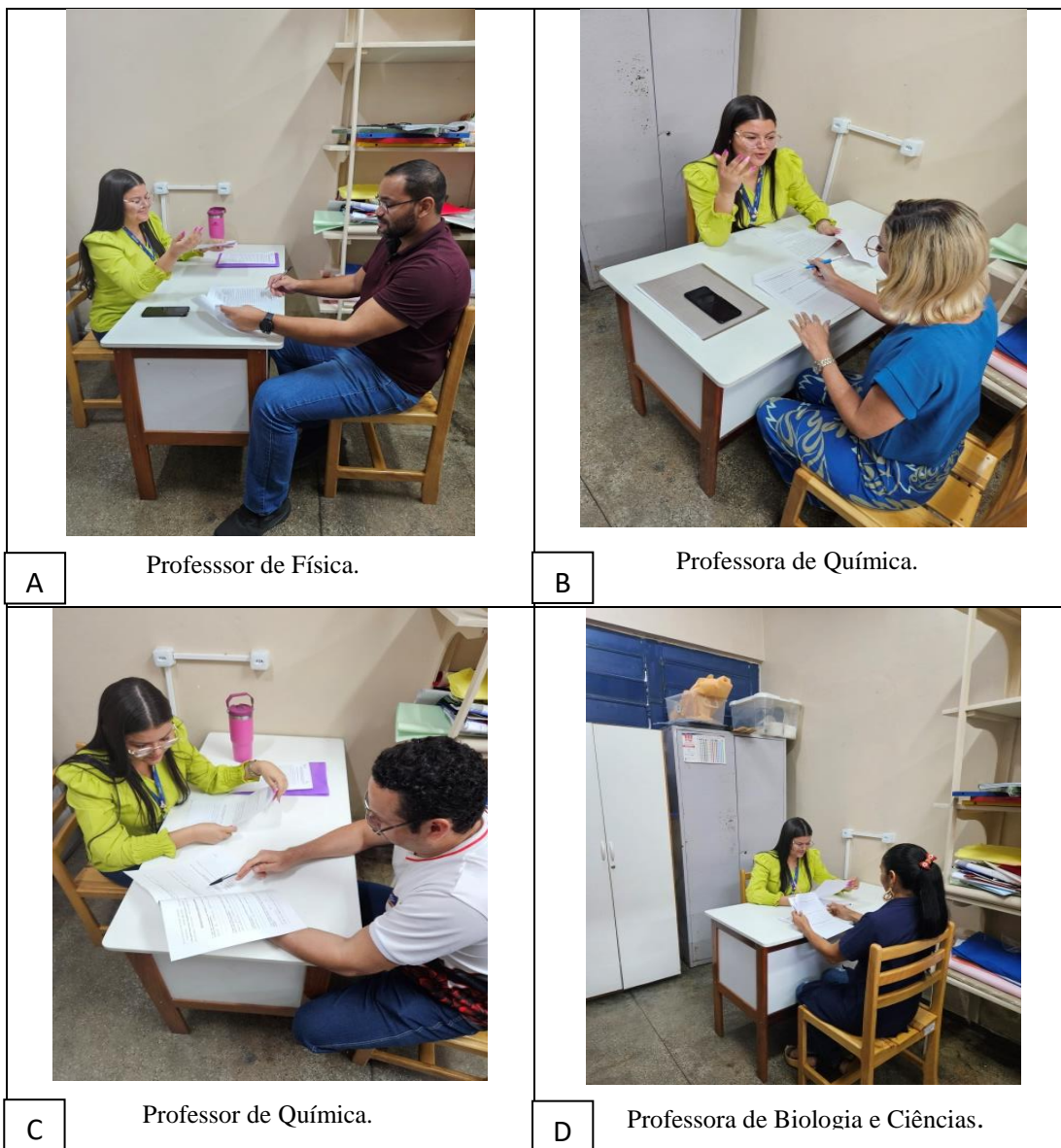
#### **a) Revisão teórica sobre CB**

Foram realizadas diversas pesquisas por meio do levantamento teórico sobre os Ciclos Biogeoquímicos, alinhadas aos documentos norteadores em âmbito nacional e regional, como à BNCC e à Proposta Curricular Pedagógica da Secretaria de Educação do Amazonas (SEDUC-AM). A pesquisa bibliográfica, considerada a etapa inicial de qualquer trabalho científico, consiste na análise de materiais já publicados em meios escritos e eletrônicos, como livros, artigos científicos e sites. Essa revisão teórica é fundamental para sistematizar o conhecimento e embasar de forma sólida a pesquisa científica desenvolvida.

#### **b) Entrevista com os professores**

O intuito da entrevista com os professores teve como objetivo compreender de que forma a temática dos CB vem sendo abordado em sala de aula, considerando sua relação com a Amazônia em nível regional e com as mudanças climáticas em escala global. Além disso, buscou-se identificar as estratégias pedagógicas, os procedimentos metodológicos utilizados, os recursos didáticos e as possíveis dificuldades enfrentadas pelos professores ao abordar sobre esse conteúdo (Apêndice D). Essa entrevista foi realizada com 4 professores da área de CNT que lecionam as disciplinas de Ciências, Física, Química e Biologia (Figura 8).

Figura 8: Entrevista com os professores de Física (A); Química (B); Química (C); Ciências Biológicas e Ciências da Natureza (D).



A

Professor de Física.

B

Professora de Química.

C

Professor de Química.

D

Professora de Biologia e Ciências.

Fonte: Registrado pela autora, 2024.

### c) Diagnóstico situacional do ensino da temática CB no contexto amazônico

A pesquisa contou com 31 alunos participantes (Anexo A), todos receberam o TCLE e o TALE mas apenas 3 não retornaram com as assinaturas dos responsáveis e não expressaram interesse em participar da pesquisa.

Após, a entrega dos termos realizou-se a roda de conversa (Figura 9), a fim de verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a cerca da temática CB e após ocorreu a aplicação do questionário diagnóstico com perguntas abertas e fechadas (Apêndice E).

Figura 9: Aplicação do questionário diagnóstico (A); Roda de conversa com os alunos (B).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Para a análise dos resultados obtidos deste questionário inicial, utilizamos gráficos e adotamos a sigla “RS” para identificar as respostas consideradas satisfatórias e “RNS” para indicar aquelas classificadas como não satisfatórias diante dos questionamentos propostos. Além disso, foram elaborados quadros categorizados conforme a proposta de Bardin (2016), a fim de aprofundar a interpretação das respostas.

### 2.6.2 Planejamento

A proposta didática seguiu as quatro fases estabelecidas pela ABP de acordo com Leite e Afonso (2001) e Leite e Esteves (2005). Na figura 10, é apresentada a síntese da proposta didática com o quantitativo de aulas por fase.

Figura 10: Síntese das fases da proposta didática por aula.



Fonte: Elaboração própria, 2025.

O planejamento das aulas foi fundamental para assegurar um ambiente de

aprendizagem eficaz e envolvente, sendo alinhada aos objetivos de aprendizagem e promovendo a organização da proposta didática, favorecendo o processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Segundo Libâneo (1993), o plano de aula é um instrumento que organiza de maneira sistemática os conhecimentos, as atividades e os procedimentos a serem desenvolvidos durante as aulas. Logo abaixo, estão descritas as aulas planejadas que foram estrutura a partir das fases da ABP no Quadro 1.

Quadro 1: Descrição das aulas planejadas a partir das fases da ABP.

Fase da ABP	Aulas	Objetivos de Aprendizagem
<p><b>1. Identificação do Problema</b></p>	<p><b>Aula 1</b> Ciclo Biogeoquímico: Ciclo da Água</p>	<p>Conhecer as principais características químicas sobre os ciclos biogeoquímicos, conceitos ligados ao ciclo da água, assim como, a compreensão da sua importância para a manutenção da vida no planeta, sua relação com a região amazônica e a identificação das ações antrópicas no cotidiano e suas consequências (Apêndice G).</p>
	<p><b>Aula 2</b> Ciclo Biogeoquímico: Ciclo do Carbono</p>	<p>Conhecer as principais características químicas do ciclo do carbono, assim como, a compreensão da sua importância para a manutenção da vida no planeta, sua relação com a região amazônica e a identificação das ações antrópicas no cotidiano e suas consequências (Apêndice H).</p>
	<p><b>Aula 3</b> Ciclo Biogeoquímico: Ciclo do Nitrogênio</p>	<p>Conhecer as principais características químicas do ciclo do nitrogênio, assim como, a compreensão da sua importância para a manutenção da vida no planeta, sua relação com a região amazônica e a identificação das ações antrópicas no cotidiano e suas consequências (Apêndice I).</p>
<p><b>2. Contexto Problemático</b></p>	<p><b>Aula 4</b> Oficinas Pedagógicas</p>	<p>Oferecer aos alunos um cenário para que eles possam ter experiências práticas e dinâmicas relacionadas ao tema CB, permitindo que os alunos observem, identifiquem e por meio dessa interação, formulem possíveis</p>

		soluções para as questões-problema levantadas nas aulas expositivas (Apêndice J).
<b>3. Investigação</b>	<b>Aula 5</b> Momento Investigação	Investigar e resolver as questões-problema em grupo, a partir de perguntas que se assemelham a situações reais que influenciam o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio (Apêndice K).
<b>4. Discussão e Reflexão</b>	<b>Aula 6</b> Confecção de Cartazes e Comunicação Oral	Promover aos alunos a auto-avaliação em relação ao processo de aprendizagem vivenciado, identificando as causas advindas das ações antrópicas, compartilhando oralmente em grupo as soluções encontradas em relação às questões-problema, estimulando a criatividade no processo de confecção dos cartazes conforme suas concepções e os conceitos compreendidos (Apêndice L).

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

### 2.6.3 Intervenção

Com base nos dados obtidos a partir do diagnóstico, avançamos para a implementação da proposta didática com um total de 6 aulas distribuídas em 4 fases estabelecidas pela ABP, que incluam aulas teóricas e atividades práticas. Na primeira aula, foi apresentado o plano de aula para os alunos (Apêndice F) sobre o ciclo da água, incluindo a programação das atividades previstas e suas próximas aulas conforme as fases da ABP.

Para Piletti (2004) o planejamento é a sistematização de todas as atividades desenvolvidas em um período de tempo em que o professor e o aluno interagem, numa dinâmica de ensino-aprendizagem, é por meio dessa organização que aos professores alcançam os objetivos traçados em cada aula, cuja finalidade é contribuir com a formação do aluno. Segue abaixo, o cronograma da implementação da proposta didática no Quadro 2.

Quadro 2: Carga horária das fases da ABP por aula.

Cronograma das aulas		
Fases da ABP	Aula	C.H.

<b>Fase 1</b> <b>Identificação do Problema</b>	<b>Aula 1</b>	4h
	<b>Aula 2</b>	3h
	<b>Aula 3</b>	3h
<b>Fase 2</b> <b>Contexto Problemático</b>	<b>Aula 4</b>	5h
<b>Fase 3</b> <b>Investigação</b>	<b>Aula 5</b>	3h
<b>Fase 4</b> <b>Discussão e Reflexão</b>	<b>Aula 6</b>	5h
<b>Carga Horária Total: 23h</b>		

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Na concepção de Barrows (1986), a ABP representa um método de aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos. Em essência, promove uma aprendizagem transdisciplinar centrada no aluno, sendo o professor um facilitador do processo de produção do conhecimento. Nesse processo, os problemas são um estímulo para a aprendizagem e para o desenvolvimento das habilidades de pesquisa e resolução (Souza; Dourado, 2015).

- **Identificação do Problema**

Realizamos na primeira fase da ABP três aulas expositivas e dialogadas com apresentações em *PowerPoint* (Figura 11) com foco na exposição dos conteúdos, durante as explicações, foram utilizados vídeos disponibilizados nos canais do *YouTube* para contribuir no processo de ensino-aprendizagem dos alunos.

O *YouTube* popularizou o audiovisual, que comumente chamamos de vídeo e se tornou um dos sites mais populares do mundo, presente no cotidiano das pessoas, seja para assistir clips musicais, tutoriais ou até mesmo para fins educacionais. Esse canal nos últimos anos tornou-se um forte instrumento didático no âmbito escolar, pelo fato de ser acessível para os professores, onde o único requisito para ter acesso a essa plataforma é possuir a conexão com a internet (Gomes; Barrére, 2024).

Figura 11: Apresentação em PowerPoint das aulas.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

A primeira aula expositiva e dialogada abordou o conceito geral e as características químicas sobre CB, se aprofundando no ciclo da água, sua importância para a existência dos seres vivos na Terra, estados físicos da matéria e suas classificações nas fases que fazem parte no processo do ciclo hidrológico e ao decorrer da explicação foi apresentado o primeiro vídeo retirado do *YouTube* do Canal Ciência (Figura 12) que contextualizava de forma ilustrativa as explicações abordadas até o momento. O emprego de vídeos na área da educação pode tornar-se um método eficiente para o processo de ensino-aprendizagem. A utilização da linguagem audiovisual em sala de aula é capaz de mostrar imagens conectadas a diferentes ideias, nas quais podem trazer sentido e significado aos temas abordados (Klein; Klein; Santos, 2018).



Fonte: Canal Ciência, 2022.

Foram abordados também nessa aula, a interação do ciclo da água com a região Amazônica, a importância dos rios voadores para outras regiões e as pesquisas aplicadas que são desenvolvidas na região como a Torre ATTO (Figura 13). O intuito da aula expositiva e dialogada como estratégia caracteriza-se pela exposição de conteúdos com a participação ativa dos estudantes, considerando o conhecimento prévio dos mesmos,

sendo o professor o mediador para que os alunos questionem, interpretem e discutam o objeto de estudo (Hartmann; Maronn; Santos, 2019).

Figura 13: Aula expositiva e dialogada sobre ciclo da água.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

E para potencializar essa aula, foram escolhidos dois vídeos abordando os tais temas, ambos em caráter de reportagens retirados do canal Repórter Eco (Figura 14) e da Agência FAPESP (Figura 15), esses vídeos foram passados de forma fragmentada para complementar as explicações das aulas.

Figura 14: Vídeo sobre Rios Voadores.



Fonte: Repórter Eco, 2020.

Segundo Gomes e Higuchi (2020), apresentar e discutir com os alunos em sala de aula a importância da floresta para a estabilidade do clima e destacar os diversos estudos voltados para a Amazônia, contribui significativamente para a ampliação dos conhecimentos. Isso se torna especialmente relevante diante do crescente destaque dado ao aquecimento global e às mudanças climáticas, ocasionados pelas ações antrópicas, tópico, também, abordado durante a aula.

Figura 15: Vídeo sobre a Torre ATTO.



Projeto ATTO: Observatório da Torre Alta da Amazônia  
34 mil visualizações · há 6 anos

Agência FAPESP

Com 325 metros de altura, a torre foi erguida no meio da Floresta Amazônica, na Estação Científica do Uatumã, a 150 ...

Fonte: Agência FAPESP, 2018.

Os alunos como futuros cidadãos adultos, precisam saber que as ações antrópicas atuais estão agredindo o meio ambiente, e diminuindo a qualidade de vida de todos que fazem parte desse ecossistema. A questão da conscientização ambiental dos alunos é algo que se deve levar em consideração no âmbito escolar, para demonstrar aos alunos que essas questões se fazem presente no cotidiano, foi mencionado o alagamento ocorrido em março de 2023 na comunidade Sharp, localizada na Zona-Leste de Manaus, servindo como exemplo concreto para reflexão e aprendizado. Nesse momento da aula, muitos comentários surgiram e relatos, pelo fato dos alunos que frequentam a escola morarem nas proximidades. Relembrar e ver as imagens da própria escola alagada despertou lembranças e inquietações (Figura 16).

Figura 16: Material de apoio para abordar as consequências das ações antrópica.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Levando em consideração a primeira fase da ABP para identificar o problema, formulamos a seguinte questão: **“Uma das causas de alagamento em ambientes urbanos é a pavimentação. Sabendo disso, como podemos relacionar a ocorrência dos alagamentos em áreas pavimentadas ao ciclo da água?”**. Vale ressaltar que essa pergunta foi retirada do próprio livro didático utilizado pelos alunos da Escola Manuel Rodrigues que fazem parte do formato do NEM o livro da coleção

da editora FTD aborda o conteúdo sobre CB e poder relacionar na aula colabora no processo de aquisição do conhecimento dos alunos (Godoy; Agnolo; Melo, 2020).

Os alunos foram orientados pela pesquisadora que anotasse em seu caderno a questão e buscassem possíveis soluções mediante suas concepções. Foi comunicado que, em um próximo momento seria solicitado essas respostas. Esse tipo de questionamento estimula o processo de investigação e reflexão crítica ao longo do percurso metodológico sugerido pela ABP.

Em seguida, iniciamos um momento lúdico, os alunos receberam um caça-palavras contendo termos que foram abordados durante a aula sobre o ciclo da água, o intuito dessa atividade foi promover a interação ativa dos alunos e a fixação dos termos abordados (Apêndice L), ressaltamos que a própria pesquisadora desenvolveu esse caça-palavras utilizando o CANVA como recurso. Para Cabral *et al.* (2016), o caça-palavras é um jogo e pode se constituir como um instrumento motivador e mediador no processo de ensino e de aprendizagem. Para tornar o momento mais estimulante, o aluno que encontrasse todas as palavras primeiro receberia uma premiação, como foi o caso da aluna A10 ganhadora da dinâmica (Figura 17). Para preservar a identidade dos alunos, vamos nomear os alunos como A1, A2 e assim por diante.

Figura 17: Ganhadora da dinâmica.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Ao término da aula, os alunos receberam um questionário (Apêndice M) com cinco perguntas voltadas para os conceitos científicos abordados sobre o ciclo da água e se os vídeos contribuíram de alguma forma no processo de ensino-aprendizagem na

concepção deles.

Na segunda aula (Apêndice G), levamos os alunos para o auditório da escola e iniciamos a abordagem sobre o ciclo do carbono. Foi proposto novos questionamentos e novos vídeos que contextualizam de forma dinâmica as explicações (Figura 18).

Figura 18: Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo do carbono.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

A aula seguiu a sequência em explicar as características químicas do ciclo do carbono e como que ocorre esse ciclo no meio ambiente, como apoio foi exposto o primeiro vídeo retirado do *YouTube* do Canal Entender (Figura 19) que contextualizava de forma curta a circulação do carbono e sua presença em nossas vidas.

Figura 19: Vídeo resumido sobre o ciclo do carbono.



Fonte: Canal Entender, 2020.

A partir desse vídeo foi possível abordar a importância da decomposição e da ciclagem dos nutrientes para o enriquecimento do solo, destacando o termo *littera*, no qual os alunos relataram que não sabiam que as folhas que caíam das árvores recebiam esse nome. Para complementar a explicação, foi apresentado um vídeo do Canal Ciências (Figura 20), o vídeo detalha as etapas do ciclo do carbono, a importância da fotossíntese para as plantas e a trajetória percorrida pelo carbono e suas inúmeras finalidades.

Figura 20: Vídeo sobre as etapas do ciclo do carbono.



CICLO DO CARBONO - SAIBA COMO ISSO ACONTECE!

61 mil visualizações · há 2 anos

Canal Ciências

Olá meus amigos tudo bem?! Neste vídeo vamos conhecer o CICLO DO CARBONO, esse ciclo é o que torna possível a vida de ...

8 capítulos Introdução | O que é o carbono? | Formas do carbono | Movimentação do carbono | Ciclo biológico do...

Fonte: Canal Ciências, 2022.

Durante essa aula foi explicado sobre sequestro de carbono para os alunos e que a floresta possui uma forte relação com o ciclo do carbono, desde a cobertura de matéria orgânica presente na superfície do solo que contribuiu com a ciclagem dos nutrientes até a sua influência em relação às mudanças climáticas. Falar sobre sequestro de carbono é falar da importância que a floresta tem em se manter em pé. Pois, o sequestro de carbono é o processo de remoção de gás carbônico da atmosfera, gás esse causador do aumento da temperatura no planeta. Para tratar sobre o tema foi apresentado um vídeo do Canal USAID Peru (Figura 21).

Figura 21: Vídeo sobre sequestro de carbono.



O que é sequestro de carbono?

22 mil visualizações · há 3 anos

USAID Peru

A Amazônia desempenha um importante papel global no sequestro de carbono. Ela ajuda a absorver o CO2 presente no ar, ...

Legendas

e sumidouros de carbono, como florestas, que absorvem CO2.

2:44

Fonte: USAID Peru, 2021.

Esses conteúdos visam atender às necessidades humanas, econômicas, sociais e ambientais, fazem com que os alunos reflitam e identifiquem os conhecimentos científicos aprendidos em sala de aula no cotidiano (Amazonas, 2020). Como é o caso dos CB que possui sua determinada complexidade e que em sala de aula deve ser abordado a partir da aproximação entre os conteúdos conceituais e o cotidiano dos alunos, para que o assunto seja contextualizado e compreendido por eles. Segundo a BNCC (Brasil, 2018, p.547), afirma que:

É importante destacar que aprender Ciências da Natureza vai além do aprendizado de seus conteúdos conceituais. Nessa perspectiva, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – por meio de um olhar articulado da Biologia, da Física e da Química – define competências e habilidades que permitem a ampliação e a sistematização das aprendizagens essenciais desenvolvidas no Ensino Fundamental [...].

Dessa forma, levando em consideração a primeira fase da ABP para identificar o problema, formulamos uma nova questão: **“Como as atividades diárias dos moradores do bairro Armando Mendes influenciam o ciclo do carbono, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa ou no sequestro de carbono na região?”**.

O intuito da pergunta foi propor a reflexão dos alunos, que são moradores do bairro Armando Mendes, para que eles fossem estimulados a relacionarem as suas vivências com os conceitos científicos abordados nas aulas, criando conexões entre o conhecimento acadêmico e o cotidiano, despertando o engajamento e a melhor compreensão sobre o assunto. Os alunos foram orientados novamente pela pesquisadora que anotassem em seu caderno a questão e que buscassem possíveis soluções mediante suas concepções, e que em um próximo momento seria solicitado à entrega dessas respostas.

Após os alunos anotarem em seu caderno a questão problema, eles foram convidados a percorrerem pela escola colocando em prática um novo olhar, usamos como recurso didático o próprio espaço escolar, sem gerar custos financeiros e de fácil acesso. Foi possível utilizar as áreas verdes que integram as laterais da escola, mesmo sendo espaços pequenos, os alunos se sentiram motivados e surpresos, pelo fato de sempre terem visto aquele espaço, porém, não relacionavam com nada. Com essa dinâmica foi possível demonstrar para os alunos a questão da captura do dióxido de carbono da atmosfera, a importância da lideira e da decomposição de microrganismos presentes no solo para o benefício das plantas (Figura 22).

Figura 22: Observação de lideiras no espaço escolar.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Presumimos que aulas expositivas e atividades práticas no ambiente escolar, podem promover melhorias no processo ensino-aprendizagem, já que, por natureza, são investigativas e permitem que alunos e professores realizem a ressignificação a partir das experiências vivenciadas. Ao término da aula, os alunos ao voltarem para o auditório

receberam um questionário com cinco perguntas abordando conceitos científicos sobre o ciclo do carbono e se os vídeos contribuíram de alguma forma no processo de ensino-aprendizagem na concepção deles (Apêndice N).

Na terceira aula abordamos sobre o ciclo do nitrogênio (Apêndice H), seguindo a sequência das aulas anteriores (Figura 23).

Figura 23: Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo do nitrogênio.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Durante a explicação, foram apresentados conceitos relacionados às características químicas do ciclo do nitrogênio, as etapas que o compõem, como ocorre a fixação no nitrogênio, a importância das raízes leguminosas e a relação do ciclo com a região amazônica. Além disso, abordamos sobre as ações antrópicas e suas consequências, como a eutrofização.

O impacto dos agrotóxicos ocasionados ao meio ambiente, à falta de saneamento básico, somado ao descarte incorreto de resíduos geram consequências ao meio ambiente. Quando essas substâncias químicas chegam até os igarapés, rios e lagos geram o processo de eutrofização. Esse fenômeno é caracterizado pela presença de algas e plantas aquáticas, que geram um aspecto esverdeado, prejudicando a sobrevivência de espécies aquáticas e a qualidade da água (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020).

O ciclo do nitrogênio é considerado o mais complexo entre os CB devido às diversas etapas que envolvem durante as transformações químicas realizadas por organismos vivos e processos abióticos. Assuntos como esses se tornam mais acessíveis quando são acompanhados por vídeos interativos, para exemplificar a explicação da aula expositiva e dialogada escolhemos o vídeo do Canal Toda Matéria (Figura 24). Para

Moran (2009) o vídeo auxilia no processo de ensino e aprendizagem pela sua dinâmica e sua linguagem que facilitam o caminho para níveis de compreensão mais complexo e mais abstratos.

Figura 24: Vídeo sobre as etapas do ciclo do nitrogênio.



Fonte: Canal Toda Matéria, 2024.

Ao final do vídeo, dando continuidade a aula foi destacada a importância do nitrogênio para o desenvolvimento e a produtividade das plantas. Relacionando esse ciclo com a floresta Amazônica, podemos observar o papel essencial da liteira, tema abordado na aula sobre o ciclo do carbono. A liteira é a matéria orgânica presente na superfície do solo, como: galhos, folhas, resíduos vegetais, animais e frutas em decomposição que se acumulam sobre o solo. Essa camada orgânica atua em parceria com o ciclo do nitrogênio, sendo decomposta por microrganismos, como bactérias e fungos. Esse processo libera formas de nitrogênio assimiláveis no solo, promovendo a nutrição, o crescimento das espécies vegetais e o equilíbrio do ecossistema amazônico. Para colaborar com a explicação foi apresentado o vídeo do Canal Ciências (Figura 25) que detalha as etapas deste ciclo e a sua importância para agricultura.

Figura 25: Vídeo sobre o ciclo do nitrogênio como elemento vital para agricultura.



Fonte: Canal Toda Matéria, 2024.

Dando continuidade a primeira fase da ABP para identificar o problema voltado para os temas que foram abordados nesta aula formulamos a última questão: **“Como as práticas urbanas dos moradores do bairro Armando Mendes estão impactando no ciclo do nitrogênio, particularmente em relação à poluição do solo e nos corpos d’água da região?”**. Os alunos ao total receberam três questões-problema, as perguntas

estimulam a reflexão dos alunos que são moradores do bairro, contribuindo com a relação entre os conceitos científicos e o cotidiano. A pesquisadora orientou que anotassem em seu caderno a questão e que buscassem possíveis soluções para os três problemas entregue a eles, que esse processo fazia parte da proposta didática que estava sendo desenvolvida.

A ABP representa um método de aprendizagem que tem por base a utilização de problemas como ponto de partida para a aquisição e integração de novos conhecimentos. Em essência, promove uma aprendizagem transdisciplinar centrada no aluno, sendo o professor um facilitador do processo de produção do conhecimento. Nesse processo, os problemas são um estímulo para a aprendizagem e para o desenvolvimento das habilidades de pesquisa e resolução (Barrows, 1986; Souza; Dourado, 2015).

Após os alunos anotarem em seu caderno a questão problema, eles foram convidados a participarem da montagem de um quebra-cabeça (Apêndice O) referente às etapas do ciclo do nitrogênio.

Para que a utilização de jogos no ensino de química alcance resultados significativos é necessário que eles sejam educativos e que mantenham um equilíbrio de duas vertentes ou funções que seria a lúdica e a educativa. A função lúdica se relaciona à diversão e ao prazer que um jogo proporciona. A educativa se refere à aquisição de conhecimentos (Kishimoto, 1994; Cabral *et al.*, 2016).

Dessa forma, a proposta da atividade foi estimular a interação entre os colegas e fixar as etapas que foram apresentadas durante a aula sobre o ciclo do nitrogênio (Figura 26). Vale ressaltar, que a imagem selecionada para confeccionar o quebra-cabeça foi retirada do perfil “Árvore, Ser Tecnológico” situado nas principais redes sociais, que disponibiliza várias ilustrações voltadas para questões científicas e ambientais (Kalil; Bojarczuk, 2017).

Figura 26: Montagem do quebra-cabeça sobre o ciclo do nitrogênio.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Os alunos demonstraram entusiasmo e realizaram a atividade corretamente, ao término desse momento lúdico cada aluno recebeu um questionário com cinco perguntas abordando conceitos científicos sobre o ciclo do nitrogênio e se os vídeos contribuíram de alguma forma no processo de ensino-aprendizagem na concepção deles (Apêndice P).

- **Contexto Problemático**

Nessa aula os alunos foram divididos em grupos de cinco a seis participantes para realizarem as atividades programadas, incentivando a participação colaborativa e a troca de ideias entre os alunos (Apêndice J), proporcionando a participação nas “Oficinas Pedagógicas” com um conjunto de atividades práticas para serem realizadas em conjunto (Figura 27).

Figura 27: Realização da Oficina Pedagógica em sala de aula.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

O intuito dessa aula foi oferecer aos alunos uma experiência prática e dinâmica,

permitindo que os alunos observassem, identificassem e por meio dessa interação, formulassem soluções para as questões-problema levantadas nas aulas anteriores. Nessa fase da ABP os alunos foram inseridos no contexto problemático, acerca dos novos conhecimentos adquiridos nas aulas anteriores e dos conhecimentos prévios que seriam aprofundados ao longo da realização das oficinas representados no Quadro 3.

Quadro 3: Temas abordados durante as oficinas.

<b>Oficinas</b>	<b>Objetivos de aprendizagem</b>	<b>Temas abordados</b>
<b>Observação de nódulos em raízes de leguminosas</b>	Conhecer o processo de fixação biológica do nitrogênio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem das etapas do ciclo do nitrogênio;</li> <li>• Tipos de fixação de nitrogênio; com ênfase na fixação biológica;</li> <li>• A importância de bactérias Rhizobiuns em raízes de leguminosas;</li> <li>• A eutrofização como impacto das ações antrópicas.</li> </ul>
<b>Montagem de Terrários</b>	Observar e compreender as interações de um ecossistema fechado e em equilíbrio com os fatores bióticos e abióticos.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mudanças de estados físicos da matéria;</li> <li>• Influência das mudanças climáticas no desequilíbrio dos ecossistemas;</li> <li>• Importância dos rios voadores;</li> <li>• A influência dos fatores bióticos e abióticos nos ecossistemas.</li> </ul>
<b>A interação das plantas em diferentes tipos de solos.</b>	Compreender como a composição e a estrutura em diferentes tipos de solos influenciam no desenvolvimento das plantas.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A interferência do desmatamento e as queimadas aos ciclos biogeoquímicos;</li> <li>• A importância das liteiras nos solos da floresta Amazônica;</li> <li>• A composição química dos diferentes tipos de solos no desenvolvimento das plantas;</li> <li>• A importância do ciclo do nitrogênio e do carbono para o desenvolvimento das plantas.</li> </ul>
<b>A infiltração da água nos diferentes tipos de solos</b>	Compreender a infiltração da água nos diferentes tipos de solos, refletindo sobre a compactação do solo e como as atividades humanas podem interferir nesse processo.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• A importância da matéria orgânica nos solos;</li> <li>• Os impactos da compactação dos solos para o ciclo da água;</li> <li>• As mudanças climáticas e sua influência no ciclo da água.</li> <li>• A capacidade de retenção de água nos diferentes tipos de solos.</li> </ul>

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Enfatizando os benefícios da ABP temos o seguinte relato:

O benefício da interação que a ABP promove é fundamental para alcançar o sucesso na sua aplicação. Isso porque ela é necessária em

todos os sentidos: com o tema e com o contexto do tema estudado, a relação entre os saberes, a interação entre os alunos e o professor tutor; enfim, entre todos. A estrutura da ABP se constrói sobre essa base, uma vez que a interação e a religação dos saberes é a chave do processo de aprendizagem (Souza; Dourado, 2015, p. 3).

Por isso, a definição do cenário para introduzir os alunos no contexto problemático é uma fase importante da ABP, é durante esse processo que garante que a investigação desenvolvida alcançará os objetivos pretendidos, um bom cenário deve despertar o interesse dos alunos para o tema estudado, como é o caso da oficina pedagógica que surge como estratégia para abordar os CB. As oficinas pedagógicas são exemplos de atividades que proporcionam aprendizagens oriundas da interação entre teoria e prática. Podemos então, dizer que uma oficina, representa uma atividade prática onde se trabalha com resolução de problemas que levam em consideração os conhecimentos teóricos e práticos dos alunos (Marcondes, 2008).

Os alunos formaram grupos de cinco e seis participantes, e contaram com a professora pesquisadora como tutora, orientando nas atividades. Os alunos tiveram a oportunidade de ter contato com conchas do mar, artefato natural formado por minerais que contém carbono, alguns alunos relataram nunca terem tocado em uma concha antes. Foi levado também, amostras de raízes leguminosas com a presença de nódulos, formados pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, responsáveis pela fixação biológica do nitrogênio nas plantas, tema abordado nas aulas expositivas. Essas amostras foram cedidas pelo Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia – INPA (Figura 28).

Figura 28: Interação dos alunos na oficina pedagógica.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Os alunos, também, receberam mudas de Ingá doadas pela Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMMAS). Ao colocar a mão na massa os alunos

tiveram a oportunidade de explorar, observar e descobrir a presença dos nódulos nas raízes da planta considerada leguminosa, vivenciando na prática os conceitos abordados nas aulas expositivas (Figura 29). O autor Souza (2015), afirma que a ABP tem como objetivo estimular os alunos a se tornarem protagonistas da sua aprendizagem, pois se sentem motivados em transformar as informações em conhecimento.

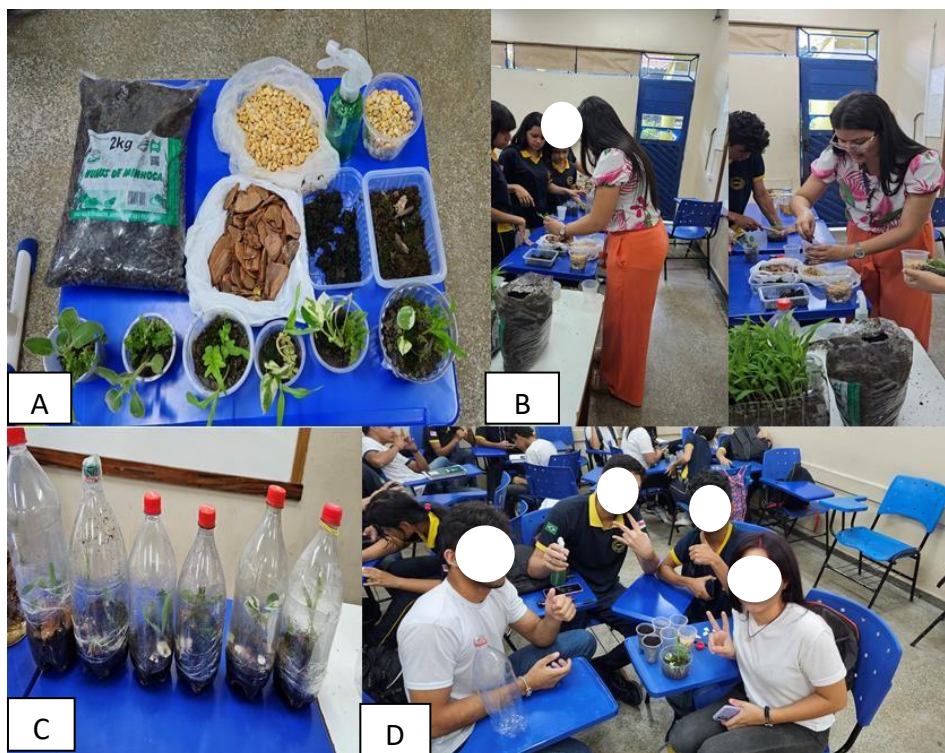
Figura 29: Amostra de raízes de leguminosas (A); Muda de Ingá (B); Interação e observação dos alunos na identificação dos nódulos em raízes leguminosas (C); Alunos em contato com as mudas (D); Descoberta dos nódulos nas raízes da muda de Ingá (E).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Dentre as atividades realizadas durante as oficinas, destacamos a montagem dos terrários utilizando garrafas PET como recurso de baixo custo. Cada grupo recebeu em forma de kit os seguintes materiais: muda de fittonia e outras espécies de pequeno porte, pedras, terra preta com minhocas, musgo e lascas de madeiras, todos os materiais organizados em copos descartáveis. O objetivo dessa atividade prática foi incentivar a colaboração entre os alunos e, ao mesmo tempo, proporcionar uma compreensão prática sobre o ciclo da água e do funcionamento de um ecossistema equilibrado (Figura 30).

Figura 30: Materiais utilizados na montagem do terrário (A); Distribuição do kit para os grupos (B); Terrários produzidos pelos alunos (C); Interação dos alunos na montagem dos terrários (D).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Nessa proposta, o objetivo foi abordar com os alunos a interação entre o solo e as plantas. Foram trazidas para sala de aula três plantações utilizando milho de pipoca em diferentes tipos de solo: orgânico, argiloso e arenoso (Figura 31).

Figura 31: Amostra do desenvolvimento das plantas nos diferentes tipos de solo (A); Interação e observação dos alunos no experimento sobre solo e plantas (B).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Os alunos puderam observar que a plantação presente no solo de terra preta apresentou um desenvolvimento mais acelerado em comparação aos demais. Isso ocorreu devido à riqueza de nutrientes presentes nesse tipo de solo, destacando a importância da lideira e do processo de decomposição de materiais orgânicos no fornecimento de nutrientes para o crescimento das plantas (Soares; Paes, 2021). Esse

tópico foi abordado durante as aulas sobre o ciclo do carbono e do nitrogênio, a partir da influência que esses ciclos exercem sobre a diversidade da floresta amazônica.

Para trabalhar a infiltração da água no solo, sendo essa uma das etapas do ciclo da água, foi proposto três situações em sala de aula para exemplificar a capacidade de infiltração e a retenção da água (Figura 32) no solo argiloso (3), arenoso (2) e terra preta (1).

Figura 32: Amostra de diferentes tipos de solos submetidas ao teste de infiltração da água.



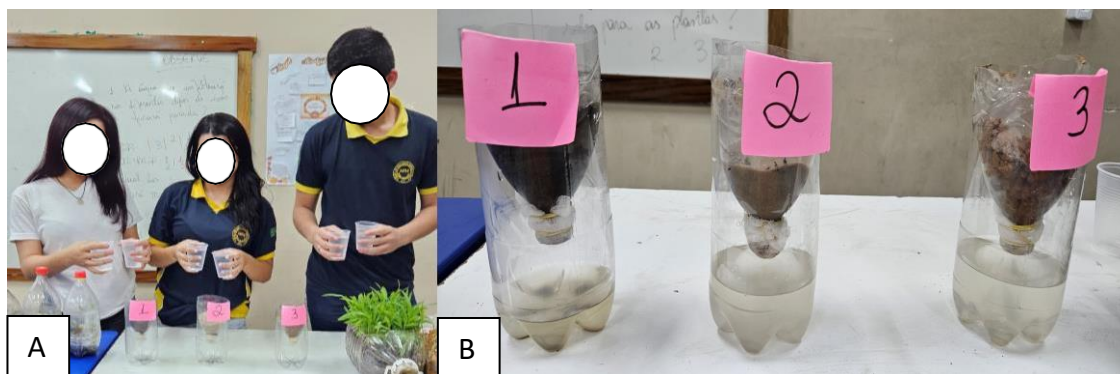
Fonte: Registrado pela autora, 2024.

A infiltração é a penetração da água no solo, esse processo sofre variação de acordo com o tipo de solo, e é por meio da infiltração que os lençóis freáticos são abastecidos, desempenhando um papel essencial no equilíbrio dos recursos hídricos (Yoshioka; Lima, 2004).

Sendo assim, esse experimento teve com objetivo demonstrar aos alunos que o solo com terra preta apresenta maior retenção de água se comparado com os demais solos, pois possui maior teor de matéria orgânica, o que leva o solo reter mais água. Enquanto, o solo arenoso e argiloso apresentam uma infiltração mais rápida, demonstrando uma menor retenção de água, se comparado com o solo de terra preta.

Nesse experimento os alunos foram questionados: **“Qual solo a água ficará mais tempo retida?”**. Selecionamos três alunos para participarem do experimento despejando simultaneamente dois copos de água em cada amostra de solo (Figura 33).

Figura 33: Participação dos alunos no experimento (A); Teste de infiltração realizado nas três amostras de solo (B).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Ao final das atividades realizadas, os alunos foram informados que deveriam produzir um mapa mental por grupo, a partir dos conceitos abordados sobre CB para reiterar a importância do objeto de estudo. Os mapas mentais demonstram ser uma ferramenta eficaz, pois permitem que os alunos desenvolvam seu processo cognitivo de aprendizagem em que ele próprio direciona a aquisição de novas informações (Costa; Miranda *et al.*, 2022). Esse processo se dá ao conectar os novos saberes a conhecimentos prévios, já que consiste em um mapeamento em torno de uma ideia central, facilitando a compreensão e o aprofundamento dos conceitos (Dell'Isola, 2012). Sendo assim, a atividade proposta teve como objetivo articular os conhecimentos prévios com os novos conhecimentos adquiridos.

- **Investigação**

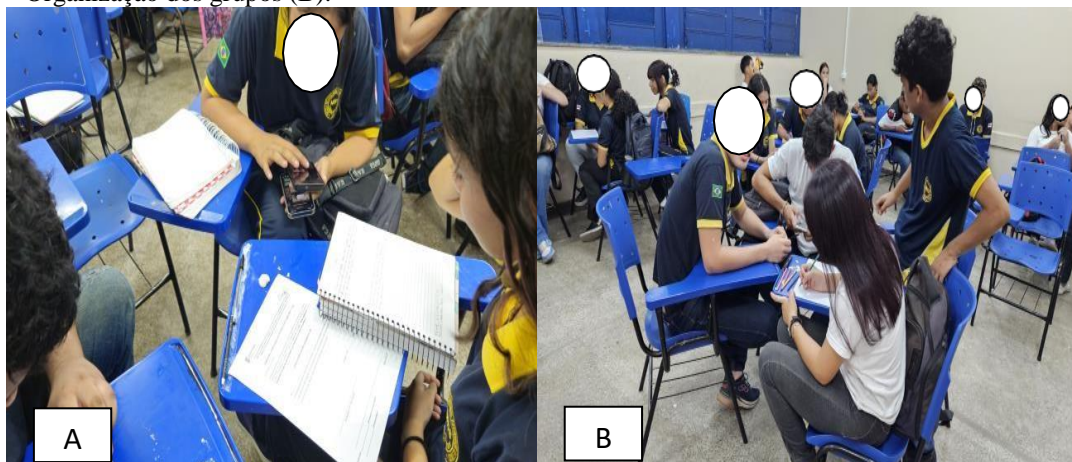
Para a quinta aula, implementamos a terceira fase da ABP que consistiu no processo de investigação e resolução das questões-problema, foi solicitado que os alunos formassem novamente grupos de 5 a 6 participantes (Apêndice J). Levando em consideração as pesquisas realizadas por Leite e Afonso (2001), entende-se que nesta fase da ABP ocorre o processo de investigação no qual os alunos farão uso dos recursos planejados e definidos na fase anterior. Ao apropriar-se das informações, iniciam as pesquisas, tanto em grupo quando individualmente, trazendo os resultados para um amplo debate em grupo, tendo em vista a resolução das questões-problema, apontando soluções em curto, médio e longo prazo.

O intuito de reunir os alunos novamente em grupos foi para que os mesmos compartilhassem suas respostas individuais e, a partir dessa interação, consolidassem e reformulassem uma única resposta para cada questão-problema.

Durante esse processo, a professora atuou como tutora, lembrando os conteúdos abordados nas aulas expositivas e nas atividades práticas realizadas na oficina

pedagógica. Além disso, os grupos foram incentivados a realizarem novas buscas em livros, artigos, pesquisas na internet e o principal, realizar discussões colaborativas para enriquecer suas respostas (Figura 34).

Figura 34: Processo de investigação dos grupos para responder as questões-problemas (A); Organização dos grupos (B).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Para os autores Souza e Dourado (2015), o trabalho em grupo promove a aprendizagem colaborativa, que é uma oportunidade de formação pessoal e social. A colaboração oferece o espaço para a reconstrução do conhecimento, que se configura como um conhecimento da situação problemática; a análise e interpretação de dados; a comparação de pontos de vista divergentes; e a explicação de conceitos e ideias. Assim, a criação de um clima colaborativo é também uma fonte de valores entre os alunos que formam o grupo. Portanto, para os alunos, o trabalho em grupo representa um conjunto de atividades que promove a aprendizagem, o desenvolvimento de competências e o diálogo entre os colegas. Além disso, essa prática favorece o fortalecimento da socialização, criando um espaço colaborativo e dinâmico.

- **Discussão e Reflexão**

Na sexta aula (Apêndice K), os alunos se reuniram novamente em grupos. Essa fase final da ABP consistiu na elaboração de uma apresentação utilizando cartazes confeccionados em sala, o objetivo da aula foi incentivar a discussão e a reflexão em sala, socializando para a turma as soluções encontradas dos grupos para as questões-problema e promovendo a auto-avaliação, permitindo que os alunos analisassem o aprendizado ao longo do processo que foi vivenciado. É durante as apresentações finais, que o professor tutor avalia se o processo da aprendizagem dos conhecimentos conceituais,

procedimentais e atitudinais foram de fato alcançados e se resultaram em uma aprendizagem significativa (Leite; Afonso, 2001).

Para dar início a confecção dos cartazes os grupos receberam a seguinte orientação **“Organizem em grupo um cartaz criativo para representar visualmente os ciclos biogeoquímicos, demonstrando sua relevância para a natureza e os impactos das ações antrópicas no desequilíbrio dos ciclos”**.

Cada grupo recebeu uma cartolina, foram expostos sobre uma mesa diversos materiais para auxiliar os alunos na confecção dos cartazes como: pincéis, canetas, marcador de texto, régua, lápis de cor, tesouras, foram disponibilizadas, também, imagens relacionadas aos ciclos que foram trabalhados, essas imagens foram impressas no papel sulfite devido sua qualidade e espessura ideal para a realização da atividade (Figura 35).

Figura 35: Materiais disponibilizados para a confecção dos cartazes.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Os grupos foram incentivados a confeccionarem seus cartazes e discutirem entre si sobre tudo que haviam vivenciado até o momento, conforme suas percepções e conhecimentos adquiridos, tendo a professora como tutora durante a realização dessa atividade para auxiliar os grupos nas possíveis dúvidas, o intuito da atividade foi deixar os alunos livres para se expressarem da melhor forma sobre o tema CB (Figura 36).

Figura 36: Confeção dos cartazes em grupo (A); Grupo em processo de criação (B); Acompanhamento da professora entre os grupos (C).

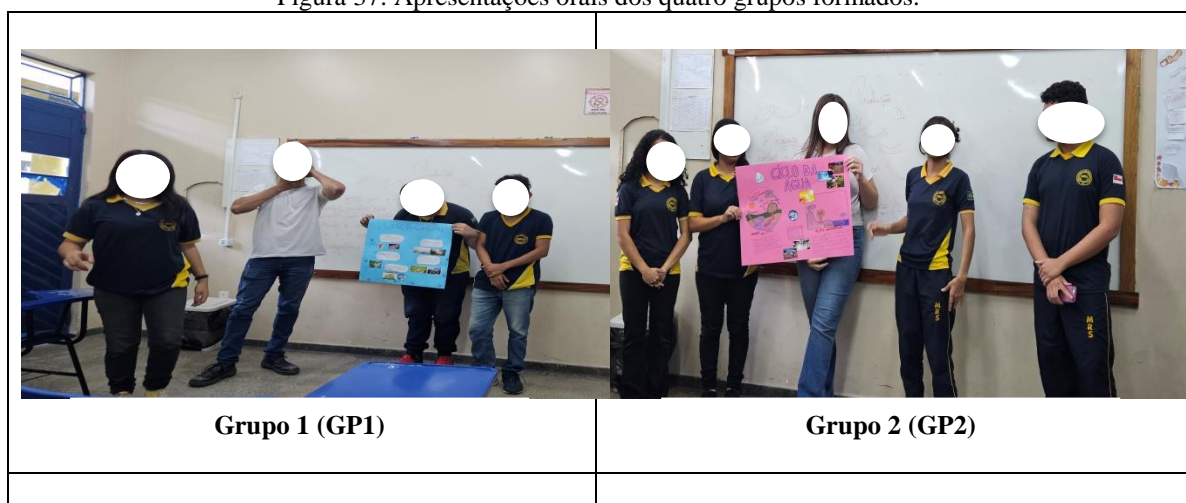


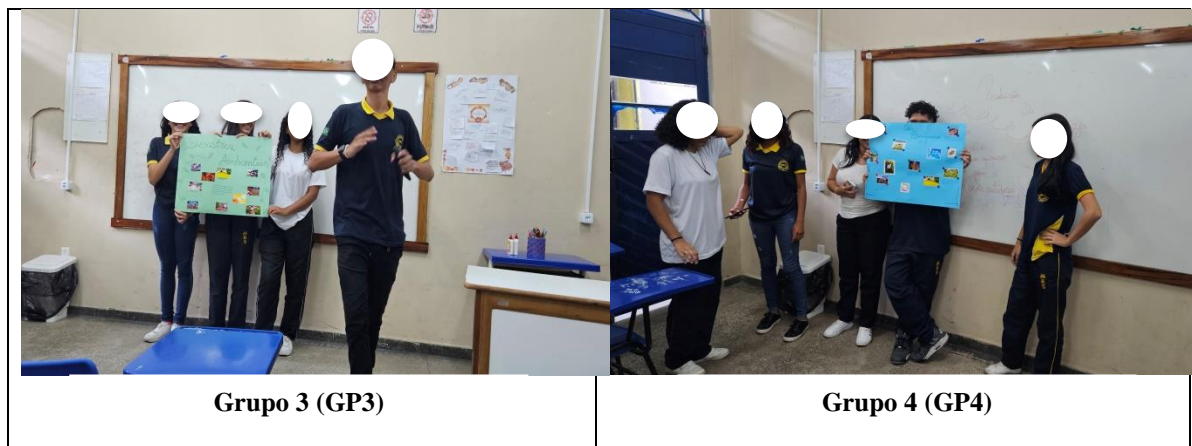
Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Segundo Souza (2015), a satisfação que os alunos experimentam, conseqüentemente, tem muito mais a ver com a estratégia de ensino em si do que com o carisma do professor ou com a qualidade dos recursos visuais. Dessa forma, disponibilizar recursos aos alunos, sem intencionalidade pedagógica, não assegura uma aprendizagem eficaz. É imprescindível que haja uma estratégia bem estruturada, fundamentada em um método de ensino que permita ao professor planejar suas práticas de forma intencional e embasada em uma teoria, tornando a disciplina mais atrativa e significativa para os alunos.

Após a confecção dos cartazes os grupos foram convidados a socializarem para a turma suas percepções diante dos cartazes produzidos, a fim de promover uma discussão reflexiva sobre o tema (Figura 37). Os grupos foram nomeados como GP1, GP2 e assim sucessivamente, para facilitar a identificação ao longo das análises.

Figura 37: Apresentações orais dos quatro grupos formados.





Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Após a última fase da ABP, iniciamos a aplicação do questionário final de verificação da aprendizagem e validação da proposta didática (Apêndice Q), os quais foram elaborados e impressos para os estudantes.

#### 2.6.4 Verificação da Aprendizagem

A verificação da aprendizagem deve ser realizada periodicamente como parte complementar e essencial do processo de ensino e aprendizagem, não podendo ser esporádica e nem improvisada, mas sim constante e planejada (Silva; Freitas *et al.*, 2023). Nesse sentido, para verificar o desempenho da aprendizagem dos alunos durante as atividades previstas na proposta didática, foram utilizados questionários com perguntas abertas e fechadas (Apêndice R), e uma rubrica específica. Essa rubrica foi aplicada para analisar os mapas mentais elaborados, a participação dos alunos em grupo durante as oficinas pedagógicas, a confecção dos cartazes e a apresentação oral com base nas soluções das questões-problemas.

Na literatura, as rubricas são apontadas como importantes ferramentas para avaliação de desempenho, que pode ser entendida como um tipo de avaliação na qual os estudantes são solicitados a fazer, preparar, dizer ou escrever algo. Por exemplo, trabalhos de pesquisa, críticas de livros, discussões, relatório de atividades de laboratório e apresentações orais são exemplos de avaliações de desempenho (Mendonça; Coelho, 2021).

Nesse sentido, as autoras Silva e Freitas *et al.* (2023), destacam a importância da avaliação por rubrica no contexto educacional no que diz respeito ao ensino de Química. As rubricas de avaliação são importantes porque tornam claros os objetivos de aprendizagem para alunos e professores.

Neste contexto, aplicamos a rubrica holística, que fornece uma avaliação mais geral do desempenho dos alunos, levando em consideração todos os critérios de avaliação, em vez de avaliá-los separadamente (Mendonça; Coelho, 2021). Os níveis de desempenho da rubrica foram rotulados com números (1-10), sendo 10 o número que apresenta o mais alto nível de desempenho como demonstra o Quadro 4.

Quadro 4: Rubrica de avaliação de desempenho.

Critérios	Níveis de desempenho			
	Insuficiente (1)	Regular (6)	Bom (8)	Excelente (10)
<b>Participação e colaboração.</b>	Participou de forma mínima ou demonstrou desinteresse nas atividades propostas.	Participou de forma limitada e precisou de incentivo para se envolver.	Participou da maioria das atividades e contribuiu com o grupo com disposição.	Participou ativamente, cooperou com o grupo e contribuiu de forma significativa em todas as fases.
<b>Mapa mental.</b>	O mapa mental apresentou conceitos incorretos ou desconexos.	O mapa mental apresentou conexões não claras ou superficiais.	O mapa mental estava organizado, apresentou conceitos corretos e conexões pertinentes.	O mapa mental estava claro, bem estruturado, com conexões lógicas e conceitos corretos.
<b>Propostas de soluções para as questões-problemas.</b>	Não apresentou respostas ou estas não se relacionaram com o problema.	Propôs soluções simples ou pouco fundamentadas.	Propôs respostas pertinentes, com embasamento conceitual, porém não apresentou articulação entre o conhecimento científico e o cotidiano.	Apresentou respostas claras, coesas e bem fundamentadas, utilizando conceitos científicos, além de utilizar exemplos para contextualizar os conhecimentos científicos com a realidade local.
<b>Confecção dos cartazes.</b>	O cartaz apresentou desorganização, pouco criativo e não cumpriu com a proposta.	O cartaz estava simples e pouco criativo, mas atendeu minimamente à proposta.	O cartaz apresentou boa organização e criatividade. Mas, não apresentou conceitos claros.	O cartaz estava visualmente atrativo, original e se comunicou com clareza com os conceitos.
<b>Apresentação oral.</b>	Apresentou dificuldades e não demonstrou nenhum domínio de conteúdo.	Demonstrou domínio limitado e dependência de apoio externo.	Apresentou com clareza, ainda que com algumas dúvidas.	Demonstrou domínio total do conteúdo, com linguagem adequada e segurança na apresentação.

Fonte: Elaboração própria, 2024.

O preenchimento da rubrica foi realizada pela professora pesquisadora, com intuito de identificar o nível de conhecimento alcançado pelos alunos sobre a temática CB. Para melhor compreensão dos tais critérios estabelecidos, segue abaixo as descrições:

- a) **Participação e colaboração:** A participação dos alunos nas atividades em grupo foi avaliada como critério com base na interação e na capacidade de trabalhar em grupo e de forma colaborativa. Sendo esses aspectos fundamentais para promover uma aprendizagem coletiva e significativa.
- b) **Mapa mental:** Avaliamos a coerência conceitual, a organização e a conexão entre os conceitos. Para esse critério o aluno deveria ser capaz de relacionar seus conhecimentos com base nos conhecimentos adquiridos.
- c) **Propostas de soluções para as questões-problemas:** Para esse critério avaliamos a criatividade e a viabilidade das soluções elaboradas pelos grupos para as questões-problemas. O engajamento e a troca de ideias entre os participantes foram valorizados não apenas pela formulação de respostas, mas pela capacidade de articular o conhecimento científico e refletirem sobre o tema.
- d) **Confecção dos cartazes:** Avaliamos a criatividade, a organização e a coerência das ilustrações escolhidas pelos alunos em relação aos conceitos científicos, considerando a participação e o engajamento dos alunos em grupo.
- e) **Apresentação oral:** Avaliamos a capacidade dos alunos em dialogar com clareza sobre o tema, demonstrando domínio do conteúdo ao estabelecer relações com a realidade local e global. Para esse critério o aluno deveria apresentar diferentes percepções ou abordagens sobre o tema abordado.

## 2.7 Análise dos Dados

Os dados foram analisados a partir da comparação inicial e final, com base nos questionários, nas rubricas de aprendizagem e na socialização das questões-problemas. As respostas objetivas (fechadas) dadas foram tabuladas, analisadas e representadas graficamente com o auxílio do *software Microsoft Excel*. Para as respostas subjetivas (abertas), submetemos a uma análise de conteúdo, a partir da metodologia proposta por Bardin (2016).

Segundo Bardin (2016), a análise de conteúdo consiste em um conjunto de técnicas voltadas à análise das comunicações, com o objetivo de descrever de forma sistemática e

objetiva o conteúdo das mensagens. Essa abordagem tem por finalidade efetuar deduções lógicas e justificadas, buscando conhecer aquilo que está por trás das palavras, ou seja, o seu significado. Para isso, aplicam-se métodos estatísticos à descrição do vocabulário, classificando e contabilizando sua frequência de ocorrência.

Esta proposta de metodologia de análise é composta a partir de três ações: leitura flutuante, exploração do material e interpretação dos resultados (Bardin, 2016). Logo abaixo, segue o detalhamento destas ações:

- 1. Leitura flutuante:** o pesquisador se familiariza com o material coletado e formula as hipóteses preliminares.
- 2. Exploração do material:** esta ação envolve a organização e a classificação dos dados brutos, processo que resulta na transformação dos dados em critérios que representam ideias ou temas específicos.
- 3. Interpretação dos resultados:** nesta ação o pesquisador interpreta e analisa os dados categorizados, o que possibilita a formulação de conclusões e interferências baseadas no conteúdo analisado.

## **CAPÍTULO 3 – RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Neste capítulo, apresentaremos os resultados obtidos ao longo da pesquisa, a qual teve como objetivo desenvolver uma proposta didática fundamentada na ABP a partir de aulas teóricas e atividades práticas para abordar de forma contextualizada os CB articulado com os processos naturais e às ações antrópicas características da região amazônica. Os resultados da pesquisa permitiram avaliar a eficácia dessa metodologia, bem como o conhecimento prévio dos alunos sobre o tema, com ênfase na compreensão dos conceitos científicos e sua contextualização com a realidade amazônica. Os resultados estão organizados nos seguintes tópicos: diagnóstico, intervenção (aulas expositivas e atividades práticas) e a verificação da aprendizagem.

### **3.1 Diagnóstico**

Nesta fase, apresentaremos a análise das respostas obtidas por meio das entrevistas com os professores e do questionário diagnóstico aplicado aos alunos. A partir desses dados, foi possível compreender o contexto educacional, os conhecimentos prévios dos alunos e as percepções dos professores, o que contribuiu com a elaboração da proposta didática que posteriormente foi implementada na fase de intervenção. De acordo com Zabala (1998), Morais e Chaves *et al.* (2022), o diagnóstico inicial é uma

etapa fundamental no processo de ensino, uma vez que permite ao professor compreender o ponto de partida dos alunos, fornecendo subsídios importantes com intuito de instruir, sustentar e orientar o planejamento de intervenções pedagógicas mais adequadas à realidade dos sujeitos envolvidos. A seguir, serão apresentados os resultados obtidos com os sujeitos da pesquisa:

- **Entrevista: concepção dos professores**

O objetivo desse procedimento foi coletar dados sobre as estratégias pedagógicas, os procedimentos metodológicos utilizados e as dificuldades enfrentadas pelos professores em suas abordagens sobre CB. Buscou-se, assim, traçar uma espécie de perfil desses professores, para refletirmos e discutirmos sobre as possíveis melhorias nas práticas em sala de aula, para identificar as respostas dos professores iremos utilizar para cada professor a identificação P1, P2, P3 e P4.

Para corroborar com a pesquisa, realizamos a análise dos dados obtidos a partir da entrevista com os professores (Apêndice D) sobre o tema “Recursos didáticos”. Esta análise seguiu a metodologia de Bardin (2016), conforme apresentado no Quadro 5. Destacamos no quadro a análise das respostas dos professores referente à seguinte pergunta: *Quais são os recursos ou materiais didáticos utilizados na aula sobre ciclos biogeoquímicos?*

Quadro 5: Análise das respostas dos professores sobre os recursos pedagógicos.

Tema	Categorias	Identificação	Enunciação
<b>Recursos didáticos</b>	Livro didático	-	Não foi citado.
	Vídeos didáticos	P3	<i>“Utilizo como estratégia aulas em vídeos, projetor e práticas com água no estado líquido e sólido (...).”</i>
		P4	<i>“Busco vídeos no YouTube que relaciona o tema como: créditos de carbono, protocolo de Kyoto para mostrar a relação de alguns ciclos.”</i>
	Aulas teóricas e expositivas	P1	<i>“Aula teórica com slide e pesquisas realizadas em sites específicos.”</i>
		P2	<i>“Abordagem expositiva, pois a escola não possui laboratório de ciências.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora, a partir da entrevista com os professores, 2025.

A análise de conteúdo realizada revelou algumas percepções importantes sobre o tema a partir dos relatos dos professores. As categorias selecionadas foram o livro didático, vídeos e aulas expositivas.

A categoria “Livro didático” não recebeu nenhuma citação, indicando que os professores entrevistados não possuem o hábito de utilizarem o livro didático em suas abordagens sobre CB. Vale ressaltar, que após a mudança na Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB) que resultou na reestruturação do currículo do EM a partir da Lei nº 13.415/2017 propôs ao currículo escolar uma perspectiva interdisciplinar e, por área de conhecimento. Essa mudança impactou nos livros didáticos (Borges; Silva *et al.*, 2025).

Os livros didáticos no NEM passaram a ser organizados em unidades e por áreas de conhecimento, substituindo a antiga divisão por disciplina. Essa mudança, articulada com a BNCC promoveu a junção de disciplinas por áreas de conhecimento, como é o caso da área de CNT que engloba as disciplinas de Física, Química e Biologia (PNLD, 2021; Rodrigues; Dantas, 2024; Borges; Silva *et al.*, 2025). No entanto, a integração de diversas disciplinas em um único livro didático, com a intenção de adotar uma abordagem interdisciplinar, resultou na fragmentação dos conteúdos, gerando uma abordagem superficial. Tal situação evidencia o motivo pela qual os professores estão adotando outras estratégias em sala de aula.

Na categoria “Vídeos didáticos”, os professores P3 e P4 indicaram a utilização de vídeos como recursos didáticos em suas práticas pedagógicas, P4 cita a própria plataforma do YouTube para abordar temas relevantes relacionados ao tema CB. O *YouTube*, por ser uma ferramenta gratuita e acessível, se torna um ótimo aliado durante as práticas pedagógicas, especialmente na contextualização dos conteúdos.

Para o pesquisador Batista (2013), os vídeos na área da educação pode tornar-se um método eficiente para o processo de ensino e aprendizagem. A utilização da linguagem audiovisual em sala de aula é capaz de mostrar imagens conectadas a diferentes ideias, nas quais podem trazer sentido e significado aos temas abordados, pois possuem um potencial motivador que explora conhecimentos, emoções e sensações nos alunos. Observa-se que cada vez mais os professores buscam implementar metodologias ativas em suas práticas pedagógicas, havendo um aumento relevante de publicações, fornecendo subsídios para professores que buscam inovar em suas práticas. Segundo

Leite (2018), a Metodologia Ativa é uma estratégia que coloca os estudantes como principais agentes de seu aprendizado. Nela, o estímulo à crítica e reflexão é incentivada pelo professor que conduz a aula, mas o centro desse processo está no aluno. Estudos realizados apontam:

Um novo perfil tem sido observado nas escolas e universidades no Brasil em que o professor deixa de ser o “transmissor do saber” e passa a ser o facilitador e mediador do conhecimento e os alunos deixam de ser receptores passivos de informações e atuam como colaboradores e participantes na construção coletiva do conhecimento. É nesse contexto que as tecnologias e as metodologias ativas têm crescido e se destacado no processo da construção do conhecimento (Leite, 2018, p.582).

Segundo Barbosa e Moura (2013), alinhada as metodologias ativas, consequentemente temos a aprendizagem ativa, que ocorre quando o aluno interage com o assunto em estudo (ouvindo, falando, perguntando, discutindo, fazendo e ensinando), de forma geral sendo estimulado a construir o conhecimento ao invés de apenas recebê-lo de forma passiva do professor, sem nenhuma reação.

Por outro lado, a categoria “Aulas teóricas e expositivas” foram citadas pelos professores P1 e P2. Acreditamos que as aulas teóricas e expositivas não devem ser condenadas, pois quando bem planejadas, possuem uma intencionalidade pedagógica válida e podem ser eficazes no processo de ensino e aprendizagem. Da mesma forma, que o uso de recursos ou metodologias ativas sem um embasamento teórico podem gerar resultados insatisfatórios. Mas, sabemos que a prática pedagógica do professor em sala de aula necessita de constantes atualizações, e para isso a tecnologia poderá ser uma aliada no processo de ensino e aprendizagem (Leite, 2019).

Dessa forma, evidenciamos o relato da P2 na qual cita a utilização de *slides* em suas aulas e a utilização da internet para realizar suas pesquisas. A utilização de *slides* nas aulas é considerada positiva, demonstra que a profissional da educação está buscando novas estratégias didáticas, incorporando recursos que vão além do modelo tradicional de ensino. No entanto, ao realizar pesquisas na internet é necessário adotar critérios, tendo em vista, que nem todos os sites disponíveis apresentam informações confiáveis ou adequadas. Assim, cabe ao professor avaliar a credibilidade das fontes.

É importante ressaltar que, atualmente diversos recursos tecnológicos estão à disposição, além de evoluírem com rapidez, a todo instante surgem novos processos de produtos diferenciados e sofisticados como: vídeos, *softwares*, aplicativos etc. No entanto, para que esses recursos realmente contribuam para o processo educacional, é

fundamental que sejam compreendidos em sua intencionalidade e incorporados pedagogicamente (Kenski, 2007; Assis, 2015).

Dando continuidade à análise e com o objetivo de aprofundar a discussão, selecionamos as respostas subjetivas dos professores relacionadas à temática CB a partir de dois questionamentos realizados durante a entrevista: *Considerando a sua experiência docente, qual é a relação existente entre os ciclos biogeoquímicos e a Amazônia?; Considerando a sua experiência docente, qual é a relação existente entre os ciclos biogeoquímicos e as Mudanças Climáticas Globais?*

A análise de conteúdo realizada abordou as percepções dos professores sobre CB e foram estabelecidas duas categorias principais, voltadas para as relações entre: CB e a Amazônia e CB e as Mudanças Climáticas. Como representado no quadro abaixo no Quadro 6.

Quadro 6: Análise das respostas dos professores sobre CB.

Tema	Categorias	Identificação	Enunciação
Percepções sobre CB	Relação: CB e a Amazônia	P1	<i>“Principalmente sobre a <b>preservação ambiental.</b>”</i>
		P2	<i>“Estão completamente correlacionados, pois a <b>floresta Amazônica desempenha diversas funções, desde o controle climático até a regulação dos ciclos biogeoquímicos.</b>”</i>
		P3	<i>“A <b>Amazônia para se manter equilibrada</b> em alguns fatores como <b>poluição e temperatura alta precisam ser estabilizadas,</b> os ciclos biogeoquímicos precisam ser distribuídos de forma uniforme, para que não ocorra o <b>desequilíbrio.</b>”</i>
		P4	<i>“Esses ciclos tem relação com a Amazônia a medida que mostram o uso e o <b>retorno de cada elemento para o ambiente.</b> Da mesma forma, podemos fazer uma reflexão relacionada as <b>práticas inadequadas do homem como a poluição dos rios e as queimadas na floresta.</b>”</i>
		P1	<i>“Bem próxima devido estarem <b>inteiramente ligados.</b>”</i>
		P2	<i>“Estão completamente correlacionados, <b>alterações na dinâmica dos ciclos influencia no</b></i>

	Relação: CB e as Mudanças Climáticas		<i>regime de chuvas, temperatura local, entre outros.</i>
		P3	<i>“Todos os ciclos influenciam diretamente nas mudanças climáticas, causando impactos irreversíveis em todo o planeta, como aumento da temperatura, perda de biodiversidade e outros.”</i>
		P4	<i>“Algumas atividades realizadas pelo homem como a agricultura e as queimadas afetam diretamente as mudanças climáticas. A emissão de gases do efeito estufa na atmosfera geram consequências e intensificam os processos que ocasionam ondas maiores de calor, aumentando as temperaturas, derretendo as calotas polares e intensificando o aquecimento global.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora, a partir da entrevista com os professores, 2025.

As categorias “Relação: CB e a Amazônia” e “Relação: CB e as Mudanças Climáticas” indicaram que os professores entrevistados possuem certo nível de compreensão quanto ao tema. Os relatos demonstraram coerência nas relações descritas em cada categoria, abordando aspectos como as ações inadequadas dos seres humanos, as consequências das mudanças climáticas, e a importância da floresta amazônica para o equilíbrio climático, entre outros pontos relevantes.

A ideia de uma natureza equilibrada e capaz de resistir a tudo, já foi descartada. Atualmente, compreende-se que os ecossistemas possuem limites para absorver os impactos provocados pelas ações antrópicas. Dessa forma, é necessário que se tenha senso, aliado a um pensamento crítico, de que a natureza aceita tais mudanças impostas pelo homem até certo ponto, e a partir desse ponto ela reage (Rosa; Messias *et al.* 2003). Essa percepção é evidenciada no relato do professor P4 que destaca as ações inadequadas dos seres humanos como as queimadas, o derretimento das calotas de gelo e a intensificação do aquecimento global como consequência direta da liberação excessiva de gases poluentes na atmosfera.

Entretanto, observamos que a entrevistada P1 apresentou uma compreensão menos clara em comparação aos professores P2, P3 e P4 na qual apresentaram um entendimento mais detalhado sobre o tema. Esses resultados indicaram heterogeneidade entre os entrevistados, embora haja indícios de compreensão sobre o tema CB ainda

existem lacunas que precisam ser preenchidas para que essa compreensão se torne mais abrangente e consistente.

Pesquisas indicam que, para que os professores se apropriem de determinados conhecimentos, é fundamental que estejam adequadamente informados e constantemente atentos às descobertas científicas acerca de temas contemporâneos (Gomes; Higuchi, 2020). Por isso, destacamos a importância de propagar as pesquisas científicas para o âmbito escolar, para que sejam apropriadas pelos professores e conseqüentemente, difundidas para os alunos.

Mas, quando realizamos a seguinte pergunta: “*Qual a principal dificuldade encontrada no ensino da temática ciclos biogeoquímicos?*” percebemos que os professores expressaram relativamente o mesmo descontentamento, como observado abaixo no Quadro 7.

Quadro 7: Análise das respostas dos professores sobre dificuldades pedagógicas.

Tema	Categorias	Identificação	Enunciação
Abordagens pedagógicas sobre CB	Dificuldades pedagógicas	P1	<i>“Falta de material didático adequado.”</i>
		P2	<i>“Falta de materiais pedagógicos sobre o assunto.”</i>
		P3	<i>“A maior dificuldade é a falta de material didático adequado para ministrar as aulas.”</i>
		P4	<i>“Interesse dos alunos pelo tema.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora, a partir da entrevista com os professores, 2025.

Os professores P1, P2 e P3 relataram a questão da falta de materiais, enquanto o P4 expressou a falta de interesse dos alunos sobre o tema, esse resultado indicou a carência de materiais específicos e contextualizados sobre CB na concepção dos professores entrevistados. Embora, os estudos na área de ensino sobre CB venham crescendo nos últimos anos, professores ainda enfrentam dificuldades em abordar esse tema em sala de aula, essas dificuldades estão relacionadas, principalmente à complexidade dos conteúdos e a falta de materiais contextualizados que facilitem a mediação do conhecimento sobre o tema.

Pesquisas indicam que a maioria dos professores ainda enfrentam dificuldades em abordar a temática CB com suas turmas e acabam recorrendo ao simples repasse de informações, sem garantir uma aprendizagem satisfatória. Essa limitação é consequência

de diversos fatores, entre eles, o fato de o tema ainda ser amplamente explorado na pesquisa aplicada, enquanto os estudos voltados especificamente para o ensino de CB são menos numerosos, embora estejam crescendo gradualmente. Isso demonstra o quanto novas pesquisas sobre o aprimoramento do processo de ensino e aprendizagem devem continuar a serem produzidas em prol da melhoria da qualidade do ensino (Santos; Cunha *et al.*, 2021).

Portanto, mesmo com a crescente relevância sobre os CB frente às discussões sobre as mudanças climáticas, o ensino desse conteúdo segue sendo um desafio, exigindo estratégias pedagógicas que aproximem a ciência da realidade dos alunos. Apesar, dos nossos alunos morarem na região Norte, especificamente em Manaus e vivenciarem diretamente os efeitos das alterações climáticas em seu cotidiano, percebemos que muitos possuem dificuldades em reconhecer esses fenômenos como parte do processo científico, resultando na desconexão entre os conteúdos científicos e a realidade local, evidenciando a necessidade de recursos pedagógicos que articulem teoria e prática, e que possam valorizar o contexto amazônico, também.

Dessa forma, para que se entenda os aspectos que causam as mudanças climáticas e o desequilíbrio dos CB é imprescindível trazer a floresta amazônica como elemento de vital importância para sala de aula, mesmo sendo um tema complementar desafiador, pois as pesquisas sobre a floresta e sua dinâmica são recentes ao ponto de vista do seu funcionamento, mas sabe-se que a educação é a peça fundamental para a transformação humana (Gomes; Higuchi, 2020).

- **Diagnóstico Inicial com os alunos**

Nesse tópico, apresentaremos a análise dos resultados obtidos por meio do questionário diagnóstico aplicado aos alunos. Este questionário inicial nos auxiliou na avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos sobre a temática CB (Apêndice E). E a partir dos dados coletados, foi possível planejar de forma mais eficiente a implementação da proposta didática, alinhando os conteúdos com às necessidades identificadas.

As respostas dadas pelos participantes constataram que uma quantidade expressiva não sabia descrever de forma simples o conceito sobre CB tanto oralmente, quanto por meio da escrita, muitos estavam desconfortáveis, por não saberem as respostas e queriam utilizar o celular para realizarem pesquisas na internet. Mas, foi informado que não existia resposta errada naquele momento e que não poderiam realizar essas

pesquisas, que o interessante mesmo era saber sobre suas concepções diante dos conhecimentos prévios.

Um desenho foi produzido pelos alunos para representarem a sua concepção em relação aos CB o intuito da proposta era observar o comportamento e as ilustrações produzidas no papel a partir dos conhecimentos prévios (Figura 38).

Figura 38: Registro dos alunos durante a produção dos desenhos prévios.



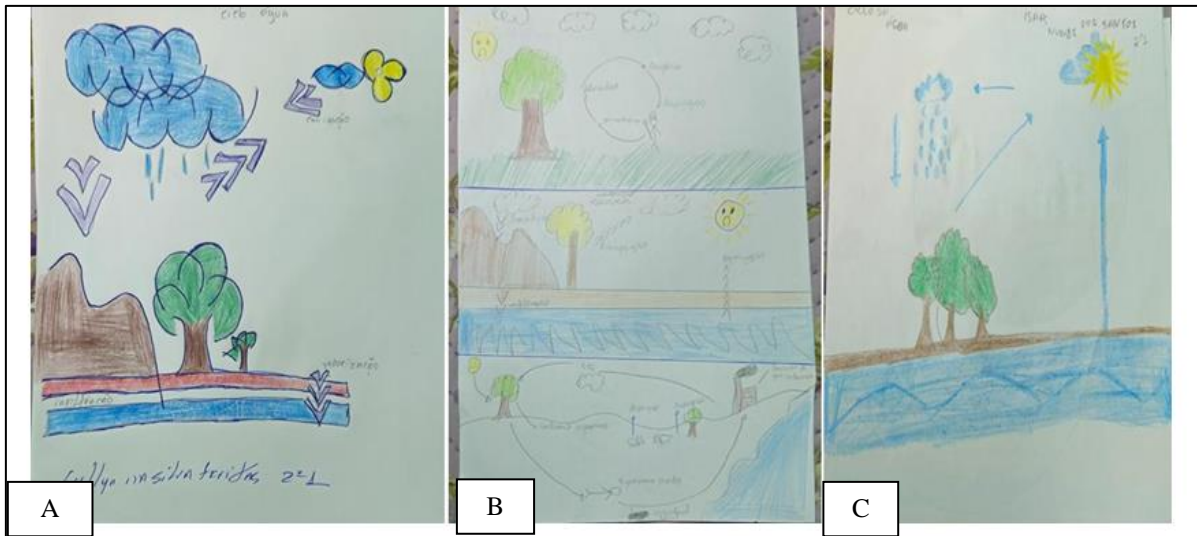
Fonte: Registrado pela autora, 2024.

O uso de desenhos como ferramenta exploratória dos conhecimentos prévios permite identificar e compreender as ideias que os alunos já possuem sobre determinado tema. Dessa forma, os desenhos desempenham um papel significativo na visualização de ideias, objetos e dos conceitos científicos, essa ação proporciona a experiência dos alunos criarem representações visuais de suas ideias e de seus conceitos (Reis; Jaguszevski; Freitas, 2020).

Após a realização da tabulação e análise dos dados mediante as respostas dadas pelos alunos, obtivemos os seguintes resultados:

Selecionamos três desenhos produzidos pelos alunos e observamos que eles demonstraram maior aptidão ao representarem sobre o ciclo da água. Mesmo sem dominar completamente os conceitos científicos envolvidos, os alunos conseguiram ilustrar, por meio de setas e esquemas visuais, representando a movimentação da água ao longo do ciclo hidrológico, evidenciando certa familiaridade com o tema em sua forma mais intuitiva e visual (Figura 39).

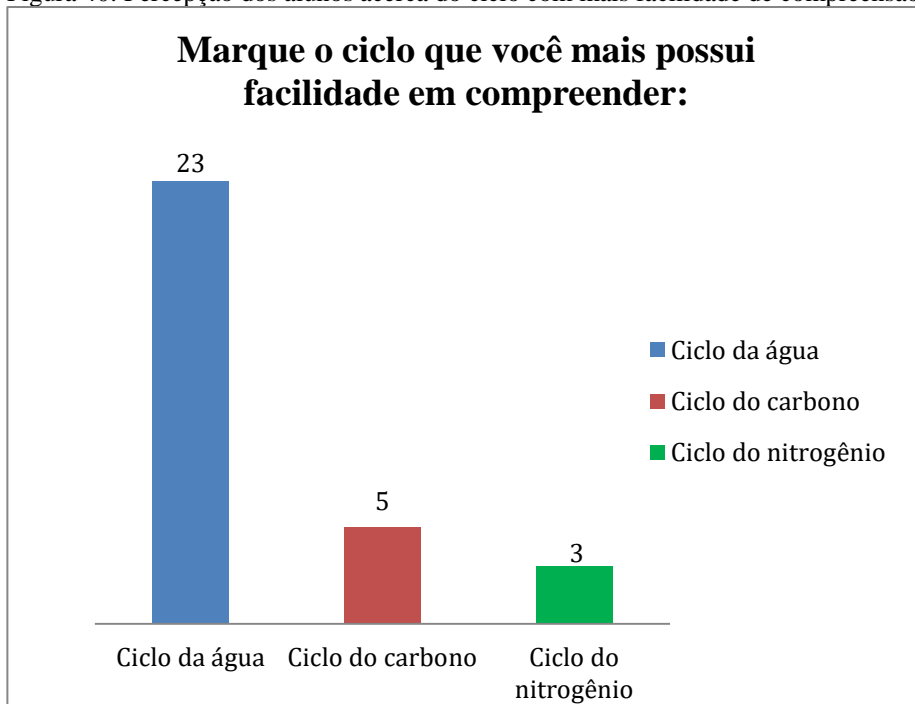
Figura 39: Desenhos prévios produzidos pelos alunos A2 (A); A19 (B); A23 C).



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Essa escolha por parte dos alunos evidencia que ao longo da trajetória acadêmica, os alunos possuem uma frequência maior a temas relacionados a água. Podemos perceber esse resultado nas respostas dadas pelos alunos, ao serem indagados sobre o ciclo que mais possuíam facilidade em compreender, representada na Figura 40.

Figura 40: Percepção dos alunos acerca do ciclo com mais facilidade de compreensão.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Conforme apresentado 23 alunos (74%) expresaram que dentre os ciclos citados, o ciclo da água é o ciclo que mais eles possuem domínio, enquanto 5 alunos (16%)

responderam que era o ciclo do carbono e apenas 3 alunos (10%) citaram o ciclo do nitrogênio.

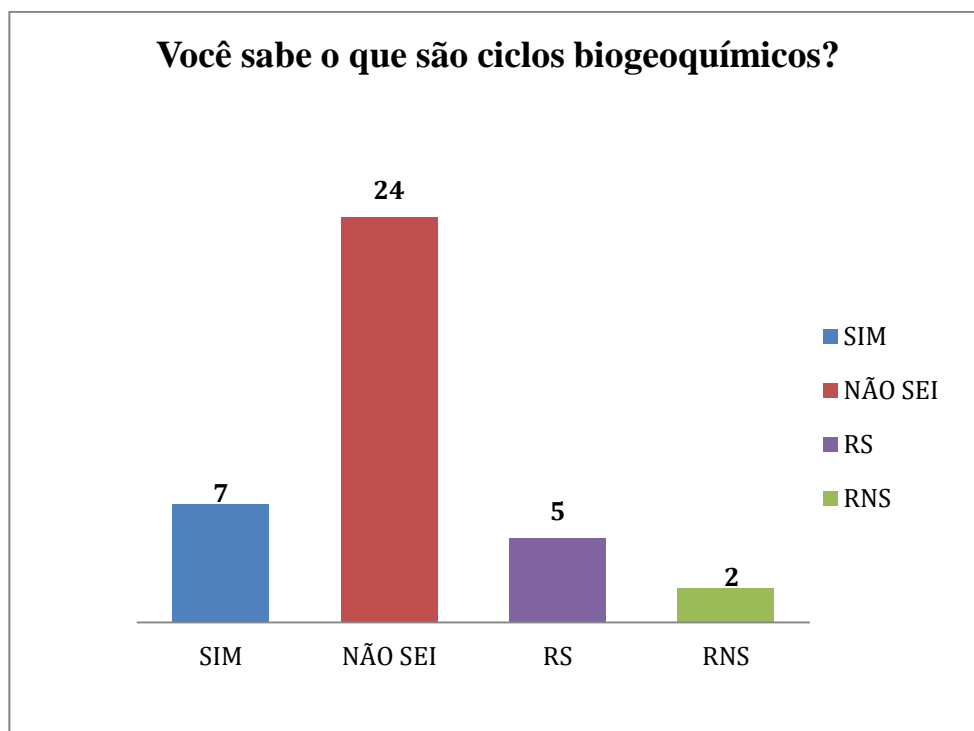
Isso pode ser explicado, pelo fato do tema água está presente ao longo do ensino básico, dando ênfase aos livros didáticos e as práticas escolares, o que favorece o contato mais frequente e consolidado. Isso se dá, pelo fato da BNCC propor o tema da água nos anos iniciais, abordando a importância da água para a vida, Dia mundial da água, seus diferentes usos e a introdução à noção do ciclo da água, favorecendo o processo de compreensão dos alunos. E no EM a água está inserida no conteúdo dos estados físicos da matéria, na abordagem sobre CB entre outros temas transversais (Brasil, 2018).

Em contrapartida, os demais CB como do carbono, do nitrogênio, do oxigênio entre outros, parecem não serem abordados com a mesma frequência, refletindo nas dificuldades encontradas pelos alunos em compreender e relacionar os demais CB com o cotidiano. Vale destacar, que os ciclos citados anteriormente são mais complexos em comparação ao ciclo da água, devido à sua natureza química e às diversas interações bióticas e abióticas que ocorrem no planeta.

Para obter informações a respeito da compreensão dos alunos a cerca do conceito CB os alunos responderam a seguinte pergunta: ***Você sabe o que são ciclos biogeoquímicos?***

As respostas foram tabuladas e representadas na Figura 41. Para a análise, estabelecemos a sigla “RS” para as respostas satisfatórias e “RNS” para identificar as respostas não satisfatórias.

Figura 41: Compreensão conceitual dos alunos sobre CB.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Conforme apresentado, apenas 7 (23%) alunos afirmaram saber o conceito sobre CB. No entanto, desses 7 alunos, apenas 5 alunos (16%) apresentaram respostas satisfatórias (RS), apenas 2 alunos (6%) deram repostas não satisfatórias (RNS). Isso resulta que, embora os alunos tenham confirmado conhecer sobre CB, as explicações fornecidas por esses alunos não apresentaram clareza ou precisão. Além disso, 24 alunos (77%) responderam “não sei”, indicando que não conhecem ou não possuem segurança para falar sobre o tema.

Esse cenário reforça que os alunos apresentam dificuldades em relação ao tema. Em pesquisas realizadas, indicaram a lacuna do desinteresse e a dificuldade dos alunos na aquisição de conhecimentos sobre CB (Silva; Silva, 2017). Essa realidade pode ser reflexo das limitações enfrentadas pelos próprios professores ao abordarem o conteúdo em sala de aula, por falta de materiais, embasamento teórico ou outros motivos enfrentados.

Para Silva e Silva (2017), o ensino e aprendizagem de CB têm sido voltado para abordagens tradicionais, visando à memorização do aluno e a sua reprodução exata de conceitos em exames avaliativos, se limitando as transmissões mecânicas de terminologias e definições, deixando de lado os aspectos sociais e ambientais. Por isso, destacamos a importância de motivar os alunos por meio de uma aprendizagem contextualizada, para que eles possam relacionar os CB às atividades humanas,

estimulando uma visão crítica, esse processo é lento, mas gradativamente pesquisas na área do ensino estão surgindo para propor melhorias no processo de ensino e aprendizagem dos alunos (Santos; Cunha *et al.*, 2021).

Para contribuir com os dados apresentados, realizamos uma análise categorizada das respostas descritas pelos alunos sobre a temática CB (Apêndice E). Esta análise foi realizada seguindo a metodologia de Bardin (2016), conforme apresentado no Quadro 8.

Quadro 8: Análise das respostas dos alunos sobre CB.

<b>Pergunta: Você sabe o que são ciclos biogeoquímicos?</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Frequência</b>	<b>Enunciação</b>
Desconhecem	24	<i>“Não sei.”</i>
Afirmaram, mas não foram claros (RNS)	2	<i>“São ciclos químicos que a gente utiliza.”</i> <i>“Sim, são ciclos presente na natureza.”</i>
Afirmaram e descreveram (RS)	5	<i>“Estuda os ciclos da água, carbono, oxigênio, nitrogênio.”</i> <i>“Os ciclos biogeoquímicos são processos que ocorrem na natureza para garantir a reciclagem de elementos químicos.”</i> <i>“Tenho uma ideia que seja aquilo que fala sobre ciclo da água, nitrogênio, carbono.”</i> <i>“São processos naturais que envolve a circulação e a transformação de elementos químicos.”</i> <i>“Sim, são os ciclos da água, nitrogênio, carbono, oxigênio e enxofre.”</i>

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Os dados do Quadro 6 indicaram que uma quantidade significativa de alunos não sabe o que são CB. Essa constatação se baseia a partir da categoria “Desconhecimento” na qual apresentou 24 respostas com a citação “não sei”. Esse resultado evidencia carência diante do tema, tendo em vista que os alunos não expressaram nenhum tipo de compreensão a respeito.

No entanto, a categoria “Afirmaram, mas não foram claros” recebeu 2 respostas, esses alunos indicaram que sabiam sobre o tema, mas apresentaram respostas vagas. Em contrapartida, a categoria “Afirmaram e descreveram” demonstrou que 5 alunos indicaram ter uma compreensão razoável sobre CB.

Mas, ao serem questionados sobre as mudanças climáticas os alunos indicaram um determinado grau de familiaridade. Observamos que os alunos reconhecem o problema das mudanças climáticas, mas não associam com os CB tendo em vista que as mudanças climáticas é o resultado da interferência humana diante dos CB. No Quadro 9 estão descritas as respostas obtidas.

Quadro 9: Análise das respostas dos alunos sobre as mudanças climáticas.

<b>Pergunta: Quais são as consequências das mudanças climáticas para o meio ambiente e para os seres humanos?</b>		
<b>Categoria</b>	<b>Frequência</b>	<b>Enunciação</b>
Desconhecem	11	“Não sei.”
	1	“Infelizmente não sei, não me interessa pra saber, mesmo sendo importante.”
Aquecimento global	8	<p>“Aquecimento global e inundações.”</p> <p>“As consequências são o aumento da temperatura e esse problema ocasiona efeitos climáticos que geram desastres, e pode causar insegurança e problemas de saúde para nós.”</p> <p>“Aquecimento global, desmatamento de terra, calor extremo e desastres.”</p> <p>“Aquecimento global gera derretimento das geleiras polares.”</p> <p>“O aquecimento global é uma consequência que gera problemas no meio ambiente.”</p> <p>“As pessoas desmatamento e queimadas floresta e isso ajuda nas mudanças climáticas.”</p> <p>“Eu só sei o aquecimento global.”</p> <p>“As consequências são os desastres ambientais, o aumento na temperatura e as secas.”</p> <p>“As consequências são chuvas mais forte e muitas pessoas tem suas casas alagadas.”</p>
		<p>“Desastres nas paisagens e para os seres humanos pode causar doenças.”</p> <p>“Choque térmico e facilidade de ficar doente.”</p> <p>“As mudança climáticas afetam a saúde dos seres humanos.”</p> <p>“As consequências são o aumento de desastres naturais.”</p>

Outras implicações	11	<p><i>“Falta de oxigênio.”</i></p> <p><i>“Perda de biodiversidade e os seres humanos sofrem com o calor.”</i></p> <p><i>“As consequências são as <b>enchentes e as secas.</b>”</i></p> <p><i>“Perda da biodiversidade.”</i></p> <p><i>“Acredito que o <b>aumento da temperatura</b> seja uma consequência porque alguns <b>animais morrem mais rápido</b> e tem a <b>seca dos rios.</b>”</i></p> <p><i>“Para o meio ambiente a consequência é a <b>elevação da temperatura</b> e para os seres humanos causa <b>problemas de saúde.</b>”</i></p> <p><i>“As mudanças climáticas geram <b>seca de água, também afeta as plantações.</b>”</i></p>
--------------------	----	--

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A análise de conteúdo realizada revelou a percepção dos alunos em relação aos impactos das mudanças climáticas tanto para o meio ambiente quanto para os seres humanos. A categoria “Desconhecimento” apresentou 12 respostas, indicando que uma parcela de alunos não apresentam certa compreensão ou posicionamento claro sobre o tema, à evidência desse resultado se dar pela recorrência das 11 respostas como “não sei”. Isso chama atenção, especialmente por se tratar de um tema contemporâneo e discutido amplamente nos principais meios de comunicação, refletindo lacunas no processo da aprendizagem voltado para essa temática.

No entanto, entre as respostas dadas pelos alunos ainda nessa categoria, destacamos o seguinte relato *“infelizmente não sei, não me interessa pra saber, mesmo sendo importante”*. Essa resposta demonstra que existe a compreensão sobre a importância do tema, porém até o momento, nada o motivou a querer compreender sobre.

A partir desse relato, podemos identificar que está ocorrendo uma falha entre o conteúdo e a forma de ensinar, os professores desenvolvem seus planos de aula, mas muitas das vezes não se preocupam de que forma o conteúdo será lecionado, para facilitar e estimular o interesse dos alunos. As formas de ensino necessitam andar alinhadas com os conteúdos, pois se isso não ocorre logo o principal objetivo que era ensinar não será efetuada de forma satisfatória (Borges, 2019).

Para a categoria “Aquecimento global” 8 respostas foram citadas, indicando que alguns alunos possuem uma compreensão razoável sobre as principais consequências das mudanças climáticas, porém nem todos formularam uma resposta completa. Dentre as

citações dadas pelos alunos nesta categoria, podemos destacar: aumento da temperatura, inundações, desastres ambientais, casas alagadas e entre outros.

Podemos perceber que as percepções sobre as variações climáticas das pessoas geralmente são influenciadas por suas vivências cotidianas e pelos meios de comunicação como jornais e redes sociais. Mas os estudiosos fazem suas alertas, como o secretário-geral da ONU, António Guterres, que destacou que as alterações climáticas estão fora de controle e se persistirmos em adiar medidas fundamentais, estaremos caminhando para um cenário catastrófico (Agência Brasil, 2023).

Na categoria “Outras implicações” obtivemos 11 respostas, os alunos foram capazes de reconhecer as implicações geradas a partir das mudanças climáticas como a perda da biodiversidade, choque térmico, problemas de saúde, secas, enchentes, entre outros aspectos. Dessa forma, ainda que de forma razoável, os alunos foram capazes de identificarem as consequências relacionadas das mudanças climáticas, mas não estabeleceram nenhuma relação direta com os CB em ambas as categorias.

De acordo com o inciso III do Artigo 35 da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) nº 9.394/96 uma das finalidades do EM é o “aprimoramento do educando como pessoa humana, incluindo a formação ética e o desenvolvimento da autonomia intelectual e do pensamento crítico” (Brasil, 1996). Nesse sentido, como professores devemos preparar os alunos tanto para o exercício da cidadania quanto para o mercado de trabalho, para que sejam capazes de refletir criticamente as questões sociais, ambientais, e que possam identificar os conceitos científicos abordados em sala no seu cotidiano, conectando teoria e prática.

Dessa forma, os resultados obtidos na fase diagnóstica revelaram que o nível de compreensão dos alunos sobre o que são CB foi considerado baixo. Por tanto, tornou-se necessário desenvolver nos alunos uma compreensão mais aprofundada sobre o tema, promovendo discussões sobre o papel da humanidade para o planeta, principalmente diante dos desafios enfrentados impostos pelas mudanças climáticas globais. Ou seja, é fundamental que os alunos consigam relacionar teoria e prática ao estudarem os conceitos científicos, pois essa conexão contribui para uma aprendizagem significativa.

### **3.2 Intervenção**

O percurso adotado na intervenção envolveu a utilização de aulas teóricas e atividades práticas. A seguir, apresentaremos os resultados das atividades de verificação da aprendizagem, distribuídas em 4 fases da ABP.

- **Identificação do problema**

Nessa fase foram realizadas 3 aulas expositivas e dialogadas com apresentações em *PowerPoint* e vídeos voltados para o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio para que os alunos pudessem desenvolver uma compreensão melhorada sobre o tema, pois os resultados obtidos no diagnóstico demonstraram que o nível de compreensão sobre CB poderia ser melhorado.

Em cada aula foram abordados os conceitos científicos, a relação com a floresta amazônica e as consequências das ações antrópicas que contribuem com o desequilíbrio desses ciclos, seguindo a proposta da ABP para identificar o problema foram formuladas a cada aula uma questões-problema, totalizando 3 questões, com intuito de estimular os alunos a desenvolverem as possíveis soluções ao longo do desenvolvimento da proposta didática. No Quadro 10 estão representadas as questões-problemas que foram discutidas na fase da Investigação.

Quadro 10: Questões-Problema formuladas durante as aulas teóricas.

<b>Questões-Problema</b>
Uma das causas de alagamento em ambientes urbanos é a pavimentação. Sabendo disso, como podemos relacionar a ocorrência dos alagamentos em áreas pavimentadas ao ciclo da água?
Como as atividades diárias dos moradores do bairro Armando Mendes influenciam o ciclo do carbono, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa ou no sequestro de carbono na região?
Como as práticas urbanas dos moradores do bairro Armando Mendes estão impactando no ciclo do nitrogênio, particularmente em relação à poluição do solo e nos corpos d'água da região?

Fonte: Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Além disso, ao final de cada aula os alunos eram orientados a responderem um breve questionário sobre os conceitos abordados, estruturado da seguinte forma: quatro perguntas fechadas sobre conceitos científicos e uma pergunta aberta para os alunos descreverem sua opinião sobre a colaboração dos vídeos para o seu processo de ensino e aprendizagem.

A partir desses questionários aplicados, foi possível identificar que embora alguns alunos ainda apresentassem dificuldades, a maioria conseguiu demonstrar compreensão satisfatória sobre os conteúdos abordados, podemos evidenciar esse cenário a partir dos resultados representados nos gráficos.

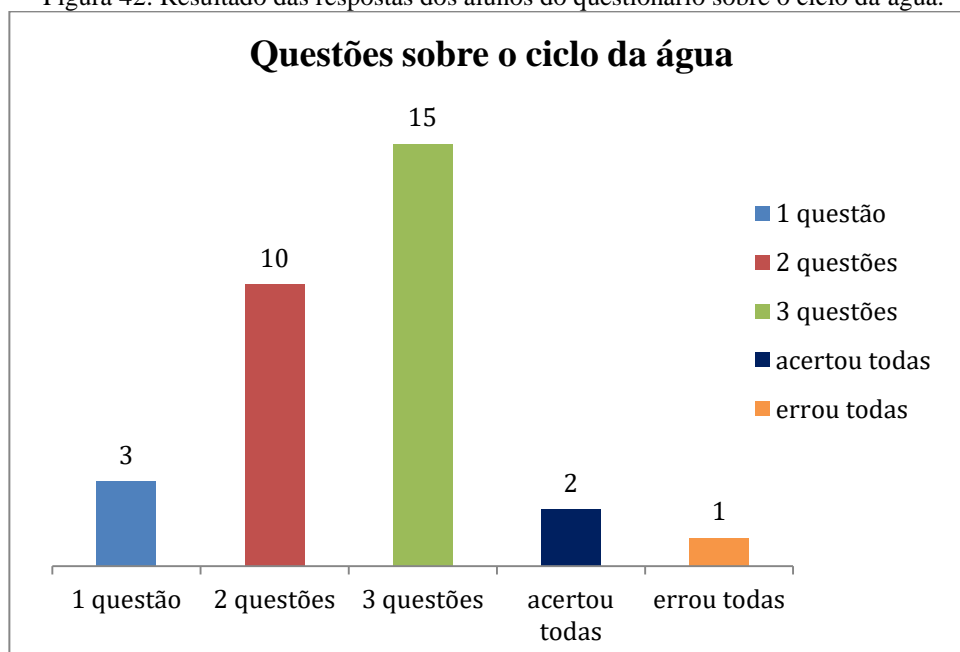
A primeira aula teve como objetivo introduzir à turma o conceito geral sobre CB, destacando a existência de vários ciclos, mas que a presente pesquisa iria direcionar

especificamente aos ciclos da água, do carbono e do nitrogênio. Após essa delimitação, iniciou-se a abordagem sobre o ciclo da água, na qual foi explicado sobre o movimento realizado pela água em seu percurso natural e os conceitos relacionados a cada etapa ou mudança de estado físico.

Durando a aula, foi ressaltada a importância da Floresta Amazônica como fonte de distribuição de água para outras regiões do Brasil, por meio do fenômeno conhecido como “rios voadores”. Essa divulgação científica foi importante para ampliar o conhecimento acerca da existência e relevância desse processo natural, que assim, como os rios terrestres, desempenham um papel essencial no ciclo da água. Os rios voadores contribuem significativamente para a manutenção da vida na Amazônia, no território brasileiro e em países vizinhos, evidenciando a necessidade de preservação da floresta e de seus processos naturais (Bringel; Gutierrez, 2024).

Também foram apresentadas aos alunos as pesquisas que são desenvolvidas na região Norte e o reflexo das ações atópicas no desequilíbrio dos CB. A seguir, estão representados os resultados obtidos a partir das respostas dos alunos (Apêndice N) sobre o ciclo da água (Figura 42).

Figura 42: Resultado das respostas dos alunos do questionário sobre o ciclo da água.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Conforme o resultado representado 3 alunos (10%) acertaram somente uma questão do questionário e 10 alunos (32%) acertaram duas questões. Além, de 1 aluno

(3%) não ter acertado nenhuma das questões. Esse resultado indicou que esses alunos não alcançaram um nível de compreensão satisfatório sobre o tema.

É natural que, diante de uma prática escolar, nem todos os alunos alcancem 100% de compreensão do conteúdo, cada aluno possui um ritmo e uma forma própria de aprender. Para Russo e Pereira (2021), as dificuldades de aprendizagem estão relacionadas a inúmeros fatores do campo pedagógico e que se relacionam, como a interação do aluno com o ambiente escolar e seu estilo de aprendizagem, além de questões emocionais, cognitivas e de seu contexto de vida. Elas geralmente acarretam insucesso escolar e baixa autoestima. E, raramente, podem ser atribuídas a uma única causa, por isso o processo de ensino e aprendizagem é contínuo e exige persistência.

No entanto, 15 alunos (48%) acertaram três questões indicando compreensão satisfatória sobre o tema e 2 alunos (6%) apresentaram êxito ao gabaritarem todas as questões. O processo de aprendizagem acontece a partir da aquisição de conhecimentos, habilidades, valores e atitudes através do estudo, do ensino ou da experiência. A construção de conhecimentos em sala de aula deve se constituir de forma gradativa adequando-se a cada estágio do desenvolvimento do aluno (Tabile; Jacometo, 2017).

Para a segunda aula, o assunto em questão foi sobre o ciclo do carbono e seu movimento natural e industrial realizado durante sua ciclagem no meio ambiente, ressaltamos os conceitos relacionados em cada etapa e novamente enfatizamos a importância da Floresta Amazônica como responsável pelo “sequestro de carbono”.

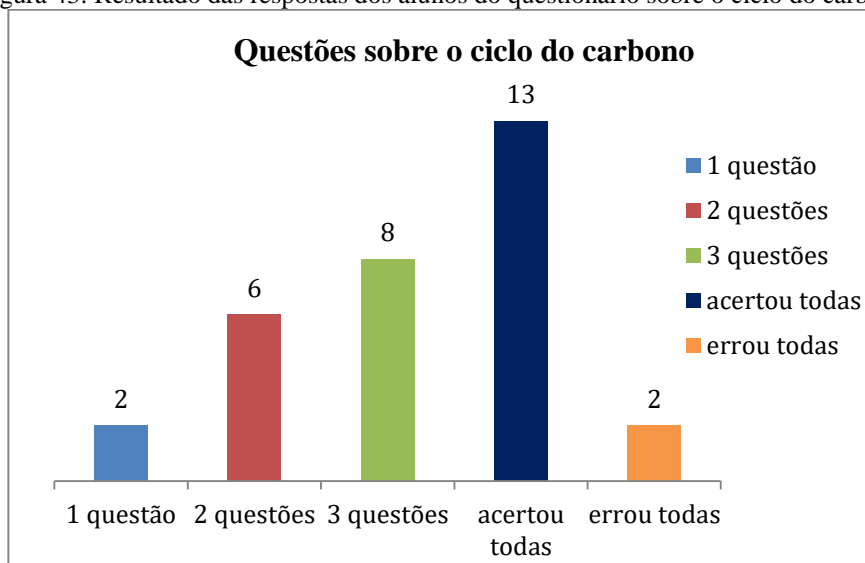
Ao trabalhar a parte conceitual deste ciclo, realizamos a explicação sobre a relação do ciclo do carbono com a região amazônica na qual os alunos foram questionados da seguinte forma: “*Vocês já ouviram falar sobre sequestro de carbono?*” o A5 relatou “*Professora eu acho que não, o que seria isso?*” completou o A26 “*Eu já ouvir falar sobre isso na Tv professora, mas não sei explicar*”. Podemos perceber que durante esse questionamento os alunos despertaram o interesse e revelaram sua curiosidade em saber mais sobre o tema. De acordo com as autoras Tabile e Jacometo (2017), o professor pode ajudar na sistematização da aprendizagem ao se iniciar um novo conteúdo em sala de aula, valorizando as falas dos alunos e considerando os conceitos espontâneos não como obstáculo, mas como ponto de partida para a construção e incorporação dos novos conceitos científicos.

Para os autores Silva e Frenedo (2009), o grande desafio para o professor é transformar um conhecimento científico em um conteúdo didático para serem assimilado pelos alunos, sem perder suas propriedades e características.

Com intuito de demonstrar que o ciclo do carbono se faz presente em nosso cotidiano, realizamos a identificação das ações antrópicas que causam desequilíbrio nos ciclos, unindo teoria e prática. De acordo com a BNCC, é essencial que os alunos compreendam como as ações antrópicas estão impactando o meio ambiente, pois esse fato está relacionado ao desenvolvimento de competências e habilidades dos alunos (Brasil, 2018). E para o PCN+ de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias o aprendizado de Química no EM “[...] deve possibilitar ao aluno a compreensão tanto dos processos químicos em si, quanto da construção de um conhecimento científico em estreita relação com as aplicações tecnológicas e suas implicações ambientais, sociais, políticas e econômicas” (Brasil, 2002).

Para evidenciar esse processo de ensino e aprendizagem dos alunos, os resultados obtidos ao final da aula sobre o ciclo do carbono (Apêndice O) foram tabulados, organizados e estão representados na Figura 43.

Figura 43: Resultado das respostas dos alunos do questionário sobre o ciclo do carbono.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Conforme ilustrado, 2 alunos (6%) acertaram apenas uma questão e 6 alunos (19%) acertaram duas. Além disso, 2 alunos (6%) não acertaram nenhuma das questões. A partir desse resultado, foi possível identificar que mesmo com o apoio de vídeos durante as aulas, esses alunos não conseguiram assimilar o conteúdo de forma satisfatória. Esse cenário se dar devido a heterogeneidade dos participantes, como professores devemos respeitar o ritmo de aprendizagem e não desistir desse processo que é contínuo e exige persistência. Dessa forma, o desenvolvimento do conhecimento deve ser construído de

forma gradativa e deve ser adequado a cada estágio do processo (Tabile; Jacometo, 2017).

Em contrapartida, obtivemos 8 alunos (26%) que acertaram três questões e 13 alunos (42%) acertando todas as questões presente do questionário sobre o ciclo do carbono, a partir desse resultado, evidenciamos que o processo de compreensão sobre o tema para esses alunos foi considerado satisfatório. Para Piletti e Rossato (2011), ensinar é provocar o desequilíbrio da mente dos alunos para que ele busque o reequilíbrio, numa reconstrução de novos saberes.

A importância do carbono e de seus compostos é indiscutível, está presente na natureza e seus compostos são constituintes essenciais de toda a matéria viva, se fazendo importante no processo de respiração, fotossíntese e na regulação do clima (Martins; Pereira *et al.*, 2003). Mas, frequentemente o ciclo do carbono é considerado de difícil compreensão por se tratar de um processo abstrato, que envolve transformações químicas e ciclagens na natureza.

No entanto, esse ciclo está presente de forma constante no cotidiano, na respiração, na decomposição da matéria ou na queima de combustíveis. Sendo assim, contextualizar a presença desse ciclo no cotidiano foi desafiador, mas com a utilização dos vídeos as descrições das etapas do ciclo do carbono se tornaram mais dinâmicas e contextualizadas, tornando o tema mais concreto e significativo, como demonstrado nos resultados obtidos. Para Moran (2009), o vídeo auxilia no processo de ensino e aprendizagem pela sua dinâmica e sua linguagem que facilitam o caminho para níveis de compreensão mais complexos e abstratos, reforçando sua relevância durante as aulas.

Na terceira aula abordamos com os alunos sobre o ciclo do nitrogênio. O nitrogênio é um gás que não pode ser utilizado diretamente pelos seres vivos, mas se faz presente em todos os ecossistemas na Terra, tanto terrestre quanto aquático, além de ser muito importante para a agricultura (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020). Para contextualizar esse ciclo, abordando sua importância, sua relação com a Floresta Amazônica e seus efeitos sofridos a partir das ações antrópicas foi necessário utilizar vídeos como recurso didático durante as aulas teóricas.

A autora Rosa (2000), defende que a introdução de recursos audiovisuais promove uma quebra de ritmo considerada positiva, pois altera a rotina da sala de aula e possibilita a diversificação das atividades desenvolvidas nesse espaço. Como foi o caso, durante a apresentação do vídeo foi possível questionar dos alunos: ***“Por que o nitrogênio é tão***

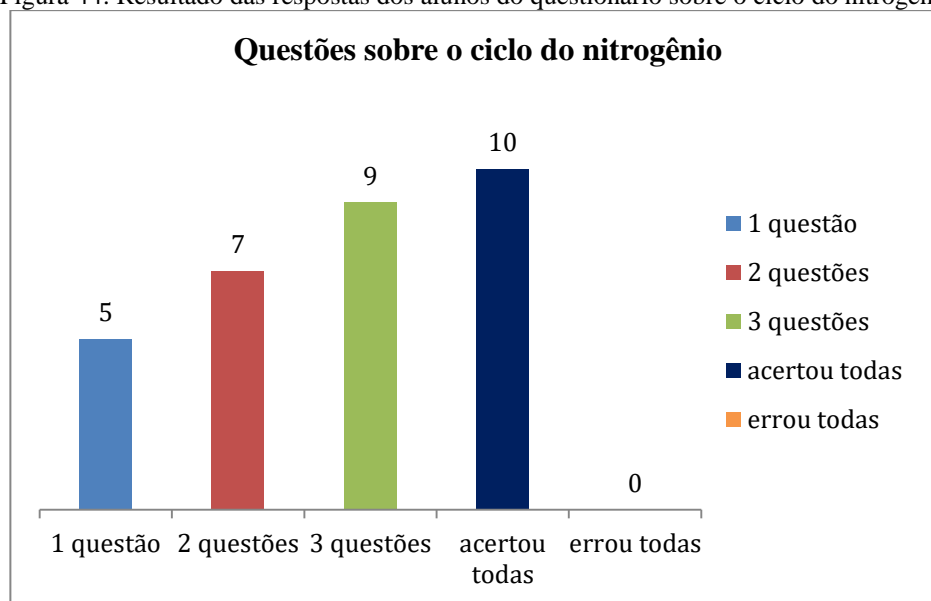
***importante para agricultura? E seu uso excessivo pode ocasionar alguma consequência ao meio ambiente?”.***

A turma ficou quieta e apenas a aluna A10 relatou “*Professora eu entendi que o nitrogênio é utilizado na fabricação de agrotóxicos, que ajudam as plantas crescerem. Mas, se for muito usado eles podem contaminar os lençóis freáticos e gerar a eutrofização em lagos e rios*”.

Nesse momento percebemos que alguns alunos eram tímidos, sabiam a resposta, mas não queriam se expressar publicamente. Sobre isso, Carducci (2012), enfatiza que a timidez pode ser uma característica de personalidade, mas não precisa ser uma limitação. Em sala de aula o professor precisa trabalhar em seus alunos a autoconfiança e a autoestima, para que se sintam capazes e possam se desenvolver academicamente.

Na Figura 44 estão representados os dados acerca da aula sobre o ciclo do nitrogênio (Apêndice Q). Com base nas respostas dos alunos, constatamos que, dentre todos os ciclos abordados nas aulas expositivas, o ciclo do nitrogênio foi percebido como o mais complexo.

Figura 44: Resultado das respostas dos alunos do questionário sobre o ciclo do nitrogênio.



Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Os alunos relataram dificuldades relacionadas à sua complexidade e às nomenclaturas utilizadas nas etapas do ciclo do nitrogênio. Porém, o número de erros foi zerado, ou seja, nenhum aluno (0%) errou todas as questões. As autoras Tabile e Jacometo (2017), apontam que é papel do professor oportunizar situações de aprendizagem ao aluno, para que ele se sinta motivado a participar do processo

ativamente. Ainda que 5 alunos (16%) tenham acertado apenas uma questão e 7 alunos (23%) tenham acertado duas questões, esses resultados de forma geral representaram a minoria dos alunos que não obtiveram uma compreensão tão satisfatória como o desejável. Apesar disso, não devemos desconsiderar esse índice, pois os dados refletem o processo da aprendizagem em transformação, na qual se dar de forma gradativa.

Como resultado satisfatório, obtivemos 9 alunos (29%) acertando três questões e 10 alunos (32%) acertando todas as perguntas do questionário sobre o ciclo do nitrogênio. Foi possível identificar que através das estratégias utilizadas, conseguimos conduzir os alunos à aprendizagem e facilitar a compreensão diante da temática CB.

Para Barbosa (2019), os alunos já possuem capacidades e saberes, o professor apenas “guia” esse processo de aprendizagem. Diante desse cenário, promover o envolvimento ativo dos alunos nas aulas contribui significativamente para a aprendizagem, que vai além da simples memorização de conteúdo.

Podemos dizer que o resultado demonstrado pelos alunos após as aulas teóricas, foi significativo, foi possível identificar que à medida que os novos conhecimentos se ancoraram com os saberes prévios, ainda que adormecidos nos alunos em seu subconsciente, favoreceram a construção de novos sentidos e criaram relações com os temas que estavam sendo abordados durante as aulas, reflexo disso foi o resultado de nenhum aluno ter errado todas as questões.

Ao serem questionados sobre a contribuição dos vídeos durante as aulas, notamos que as respostas foram quase unânimes em relação a esse recurso. Para corroborar com esse resultado, realizamos a análise das respostas dadas durante as três aulas ao seguinte questionamento: ***“Os vídeos didáticos apresentados contribuíram para o seu entendimento?”***

A partir da concepção dos alunos formulamos o seguinte tema para realizar a análise “Vídeos Didáticos” como facilitador na contribuição do entendimento sobre os ciclos que foram abordados nas aulas, e estabelecemos como categoria: “contribuiu” e “não contribuiu”. Esta análise seguiu a metodologia de Bardin (2016), conforme apresentado no Quadro 11.

Quadro 11: Síntese da concepção dos alunos sobre vídeos didáticos.

Tema	Categorias	Frequência	Enunciação
			<i>“Sim, contribuíram para o meu entendimento, foram bem diretos e objetivos.”</i>

Vídeos Didáticos	Contribuiu	22	<p><i>“Sim, os vídeos foram complementos durante as explicações da professora, foram simples e ilustrativos.”</i></p> <p><i>“Sim, os vídeos estavam bem ilustrados e muito bem explicado, aprendi bastante com os vídeos.”</i></p> <p><i>“Sim, achei interessante e útil.”</i></p> <p><i>“Sim, o slide da professora e os vídeos sobre os ciclos, mostraram o conteúdo de forma mais bonita e rápida.”</i></p> <p><i>“Sim, mas confesso que o ciclo do nitrogênio foi o que menos eu conseguir entender, pois achei complicado, mas conseguir aprender e capitar alguma coisa.”</i></p> <p><i>“Sim, vídeo fácil de entender, com vários exemplos e objetivo.”</i></p> <p><i>“Sim, eu entendi que a água acumula nas nuvens no estado gasoso, precipita sobre a Terra e chega nos rios, lagos e oceanos.”</i></p> <p><i>“Sim, me ajudou a enxergar o nitrogênio de outra forma.”</i></p> <p><i>“Sim, entendi melhor sobre o assunto.”</i></p> <p><i>“Sim, compreendi muito com os vídeos e a explicação da professora.”</i></p> <p><i>“Sim, contribuiu para o meu aprendizado.”</i></p> <p><i>“Sim, conseguir entender bem o assunto apresentado pela professora com os vídeos.”</i></p> <p><i>“Claro, entendi mais o assunto abordado utilizando os vídeos.”</i></p> <p><i>“Sim, as explicações foram ótimas e os vídeos me ajudaram.”</i></p> <p><i>“Sim, os vídeos me ajudaram a entender como o ciclo do carbono é essencial para a manutenção da vida na Terra.”</i></p> <p><i>“Sim, gostei do ciclo do nitrogênio que falou sobre a fixação biológica.”</i></p> <p><i>“Sim, fez eu entender como o ciclo do carbono está presente em minha vida.”</i></p> <p><i>“Sim, porque me fez entender como o carbono está presente em todos os seres vivos e camadas da Terra.”</i></p> <p><i>“Sim, foi muito bom, para o meu aprendizado.”</i></p>
			<p><i>“Não, achei que deveria ser mais explicativo sobre o ciclo do carbono.”</i></p>

	Não Contribuiu	9	<p><i>“Mais ou menos, é um assunto muito complexo o ciclo do nitrogênio, deveria ser mais longo e explicativo.”</i></p> <p><i>“Não gostei.”</i></p> <p><i>“Não entendi muito bem sobre o ciclo da água.”</i></p> <p><i>“Mais ou menos, achei o assunto grande.”</i></p> <p><i>“Não, não entendi nada.”</i></p> <p><i>“Não entendi, achei o ciclo do nitrogênio muito complicado.”</i></p> <p><i>“Não sei explicar.”</i></p> <p><i>“Não, achei intediante.”</i></p>
--	-------------------	---	--

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A partir desses relatos, percebemos que as aulas realizadas proporcionaram momentos de aprendizagens aos alunos e possibilitaram a compreensão em torno dos conhecimentos abordados, os resultados demonstram que a grande maioria da turma ficou satisfeita com os vídeos que foram selecionados para as aulas. Para Nunes (2012), o vídeo é um recurso valioso, ele valoriza a linguagem audiovisual e tem grande importância para o ensino e aprendizagem, uma vez que este tem a capacidade de mostrar muito mais que imagens, mas que agrega junto a elas fatos que falam por si e abrem possibilidades para intervenções, discussões e meios para trabalhar conteúdos, além de contribuir para o desenvolvimento da consciência crítica dos alunos.

No entanto, uma pequena parcela dos alunos relataram insatisfação com o recurso utilizado ou consideraram a proposta entediante até o momento, o que refletiu nos resultados obtidos no questionário, especialmente entre aqueles que acertaram uma, duas ou nenhuma questão. Alguns indicaram que a aula deveria ter sido mais longa, outros falaram sobre a dificuldade em compreender as etapas de determinados ciclos e outros apenas relataram que não gostaram, mas não justificaram sua opinião.

- **Contexto Problématico**

Dando continuidade a proposta didática, nessa fase da ABP os alunos foram distribuídos em grupos de cinco a seis participantes, pois alguns alunos haviam faltado nesse dia, sendo necessário agrupar dessa forma, para os alunos poderem participarem das atividades práticas, previstas nas oficinas para melhorar a compreensão e contextualizar sobre CB.

Para Barbosa (2019), quando o professor propõe a realização de atividades em grupo, os alunos são incentivados a interagir uns com os outros, e, portanto, podem

desenvolver competências socioafetivas, formulando questionamento, desenvolvendo a capacidade de comunicação, tendo que cooperar em conjunto e respeitar os diferentes pontos de vista.

Assim, definimos a produção de mapas mentais após a participação dos alunos para avaliar a percepção dos grupos com base no conteúdo abordado durante a realização da oficina, que justamente complementou as aulas teóricas ministradas anteriormente. Para preservar a identidade dos alunos, vamos continuar utilizando a nomenclatura: aluno A1, aluno A2, e assim sucessivamente. Ressaltamos que para cada indicador de desempenho foi atribuído um nível de pontuação.

Para avaliar a participação dos alunos e a produção do mapa mental diante da temática CB, utilizamos uma rubrica de aprendizagem. Dando início às análises dos resultados sobre a participação dos alunos nas oficinas pedagógicas, aplicamos a seguinte rubrica com o critério “Participação e colaboração”. Os resultados estão sistematizados no Quadro 12.

Quadro 12: Síntese de avaliação da participação e colaboração dos alunos durante as oficinas pedagógicas.

Critérios	Descritores				
<b>Participação e colaboração.</b>	Participou de forma mínima ou demonstrou desinteresse nas atividades propostas. <b>Insuficiente (1)</b>	Participou de forma limitada e precisou de incentivo para se envolver. <b>Regular (6)</b>	Participou da maioria das atividades e contribuiu com o grupo com disposição. <b>Bom (8)</b>	Participou ativamente, cooperou com o grupo e contribuiu de forma significativa em todas as fases. <b>Excelente (10)</b>	
Alunos	Nível de desempenho				Pontos
A1				Excelente	10
A2				Excelente	10
A3				Excelente	10
A4				Excelente	10
A5				Excelente	10
A6				Excelente	10
A7			Bom		8
A8				Excelente	10
A9				Excelente	10
A10				Excelente	10

A11		Regular			6
A12			Bom		8
A13				Excelente	10
A14				Excelente	10
A15	Aluno ausente nesta atividade.				
A16				Excelente	10
A17		Regular			6
A18			Bom		8
A19				Excelente	10
A20				Excelente	10
A21				Excelente	10
A22	Aluno ausente nesta atividade.				
A23				Excelente	10
A24			Bom		8
A25				Excelente	10
A26				Excelente	10
A27	Insuficiente				1
A28				Excelente	10
A29			Bom		8
A30				Excelente	10
A31	Aluno ausente nesta atividade.				

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Com base na participação e colaboração durante as oficinas pedagógicas, constatamos que a interação dos alunos foi considerada satisfatória durante as atividades. Para os autores Monteiro e Sousa *et al.* (2019), as oficinas pedagógicas permitem uma análise da realidade de cada aluno, além de proporcionar experiências, em que o saber não se constitui apenas no resultado final, mas sim do processo de aprendizagem. Essa ação proporciona situações de ensino e aprendizagem de forma aberta e dinâmica, sendo uma valiosa forma estratégica para professores e alunos, onde ocorre uma troca mútua de conhecimentos de forma descontraída.

Dos 31 alunos participantes da pesquisa, mas 3 alunos (10%) estiveram ausentes nesta aula, com isso, levaremos em consideração apenas 28 alunos. Sendo assim, os resultados indicaram que 20 alunos (71%) demonstraram plena desenvoltura e engajamento, realizando as atividades das oficinas, cooperando com o grupo, fazendo perguntas e participando ativamente das atividades, obtendo um desempenho excelente. Outros 5 alunos (18%) apresentaram um desempenho considerado bom, participaram da maioria das atividades solicitadas e contribuíram com o grupo. Por outro lado, tivemos 2 alunos (7%) que demonstraram participação limitada e constatemente precisavam ser incentivados a participarem, apresentando um desempenho regular. Por fim, na análise realizada apenas 1 aluno (4%) apresentou desempenho insuficiente, tal resultado se deu, devido à participação mínima e por ter demonstrado desinteresse durante o desenvolvimento das atividades.

Os diferentes resultados observados em sala de aula refletem a diversidade de habilidades, personalidades e contextos socioeconômicos dos alunos (Tabile; Jacometo, 2017). Sendo assim, esse cenário exige que os professores elaborem abordagens flexíveis, avaliações diferenciadas e estratégias de inclusão para alcançar o maior número possível de alunos com intuito de favorecer a aprendizagem de todos. Por isso, destacamos a importância da ABP, uma vez que essa metodologia possibilita o desenvolvimento de atividades educativas que envolvem a participação individual e em grupo, além de ser considerada como um processo contínuo. Já que os alunos são desafiados a participarem do seu processo de aprendizagem de forma ativa (Souza; Dourado, 2015; Oliveira; Candito *et al.*, 2021).

No Quadro 13, apresentamos uma síntese da avaliação dos mapas mentais produzidos em grupo, na qual foi avaliado por meio da rubrica. Ressaltamos que cada descritor apresenta um desempenho, tivemos ao total a formação de 5 grupos e vamos nomear esses grupos como: GP1, GP2 e sucessivamente.

Quadro 13: Síntese de avaliação da atividade sobre a produção do mapa mental.

Critérios	Descritores			
<p><b>Mapa mental.</b></p>	<p>Demonstrou pouca ou nenhuma compreensão dos conceitos abordados.</p> <p><b>Insuficiente (1)</b></p>	<p>Mostrou compreensão parcial do tema, com dificuldade em relacionar os conceitos.</p> <p><b>Regular (6)</b></p>	<p>Apresentou boa compreensão do tema, com pequenas imprecisões conceituais.</p> <p><b>Bom (8)</b></p>	<p>Demonstrou compreensão profunda do tema, relacionando corretamente os conceitos.</p> <p><b>Excelente (10)</b></p>

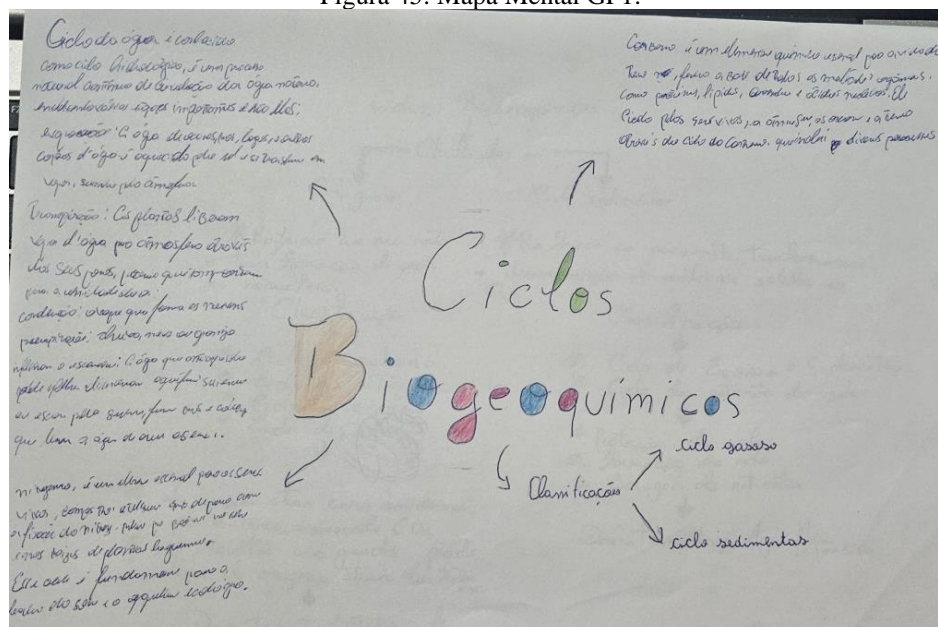
Grupos	Nível de desempenho			Pontos
GP1			Bom	8
GP2				Excelente
GP3				Excelente
GP4				Excelente
GP5				Excelente

Fonte: Elaboração própria, 2025.

A seguir apresentaremos de maneira detalhada a avaliação dos mapas mentais produzidos pelos cinco grupos sobre os CB. Para Budd (2003), defende que os mapas mentais podem trabalhar a aprendizagem colaborativa ao permitir que outras pessoas participem da construção do mapa, tornando assim uma ferramenta de múltiplos benefícios.

Dessa forma, dando início a análise, logo abaixo, temos o mapa mental produzido pelo GP1 (Figura 45).

Figura 45: Mapa Mental GP1.



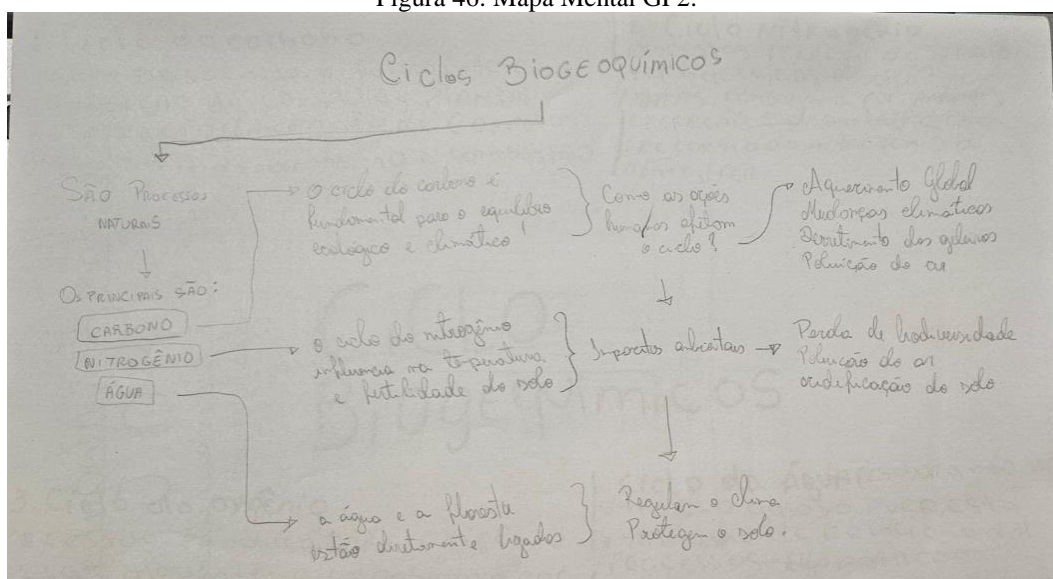
Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

De maneira geral o mapa mental do GP1 demonstrou um desempenho considerado “Bom” e a compreensão dos alunos na produção do mapa se evidencia ao destacar trechos presentes no mapa como a “classificação: gasosa e sedimentar” e “tipos de fixação do nitrogênio”, mas não houve uma síntese do tema, faltou por outros exemplos importantes que foram abordados nas aulas.

O mapa mental, de certa forma, apresentou organização, mas a caligrafia dificultou a compreensão, observamos, também, que os alunos centralizaram o tema e coloriram para destacar, a partir do tema central os alunos realizaram as ramificações sobre os três ciclos que foram abordados nas aulas.

O mapa mental do GP2 obteve o descritor máximo sendo considerado “Excelente”. Os alunos reproduziram de forma explícita a definição do conceito sobre CB utilizando o termo “São processos naturais” e fizeram ligações com os ciclos que foram abordados nas aulas (Figura 46).

Figura 46: Mapa Mental GP2.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

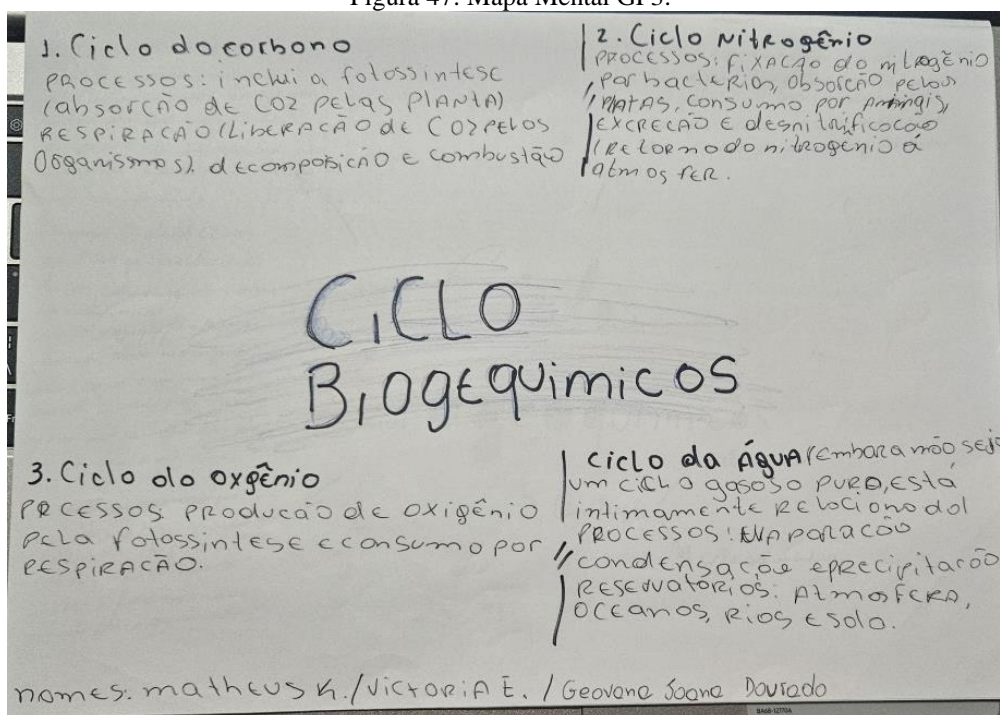
Além disso, os alunos conseguiram representar no mapa mental suas concepções de forma clara e organizada, elaborando conceitos, estabelecendo conexões lógicas, citando exemplos de ações atópicas e relacionando aspectos relevantes da floresta amazônica, como sua função na “regulação do clima”. A atenção demonstrada pelos alunos ao incluírem tais informações evidencia o nível de aprofundamento que estão alcançando em relação ao tema dos CB e especialmente a contextualização com a floresta.

Pesquisas realizadas apontam a resiliência da floresta amazônica como fator crucial não apenas para a biodiversidade local, mas também para a regulação do clima regional e global. Estudos indicam que mais de 75% da Amazônia já perdeu resiliência desde o início dos anos 2000, com as áreas mais afetadas sendo aquelas que recebem menos precipitação e que estão próximas a atividades humanas intensivas. Esse declínio na resiliência significa que a floresta está se tornando menos capaz de se recuperar de

perturbações, aumentando o risco de colapso em resposta a eventos climáticos extremos e mudanças no uso da terra (Franco, 2025). A escola, enquanto espaço de formação e disseminadora do conhecimento, tem o potencial de chamar atenção dos alunos para as necessidades do meio ambiente, promovendo a conscientização e estimulando mudanças comportamentais nos alunos, para que possam reverter ou minimizar esses impactos causados à natureza.

O mapa mental do GP 3 apresentou uma boa organização estrutural, além dos ciclos que foram abordados nas aulas, fizeram questão de descrever sobre o ciclo do oxigênio, também (Figura 47). O grupo utilizou várias citações envolvendo conceitos como "fotossíntese", "condensação", "desnitrificação" entre outros, evidenciando de forma clara os principais conceitos compreendidos pelos alunos, essa análise caracterizou esse mapa como "Excelente" esse resultado se deu pelo fato dos alunos terem relacionado corretamente os conceitos, durante a produção desse mapa.

Figura 47: Mapa Mental GP3.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

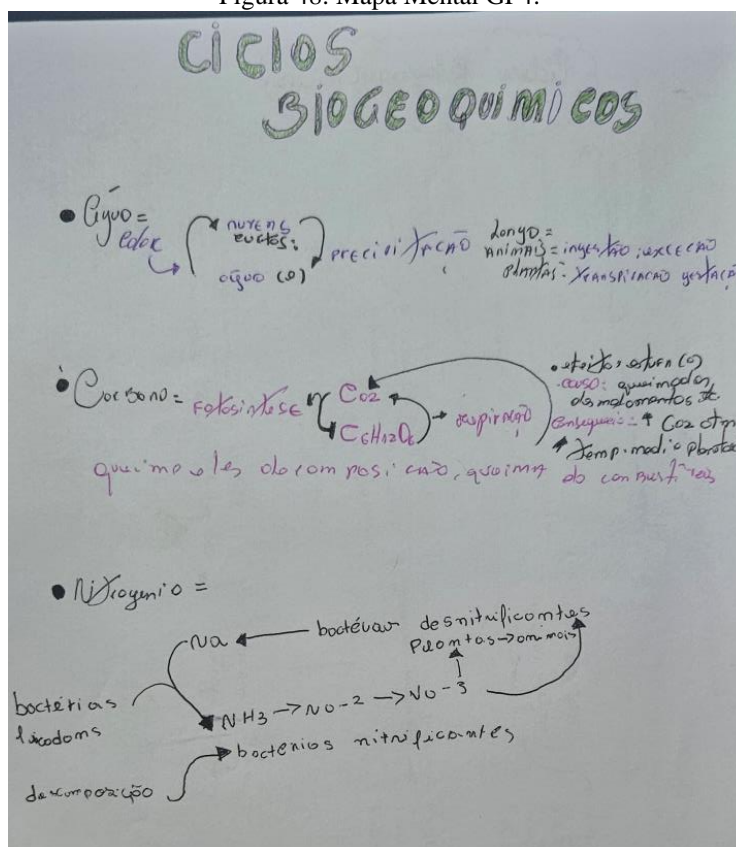
Os mapas mentais podem ser aplicados em diversas áreas do conhecimento, sendo esse um excelente recurso para a aprendizagem. Além disso, representam uma ótima ferramenta avaliativa, pois permitem que o aluno atue como protagonista de sua formação, desenvolvendo habilidades essenciais ao longo do processo de aprendizagem. Essa estratégia estimula a capacidade de sintetizar e organizar pensamentos. Por ser

simples, esse recurso não depende de gastos financeiros, nem de escritas extensas, mas de linhas, palavras e outras forma de comunicação estabelecida pelos alunos (Silva; Silva, *et al.*, 2023).

No mapa mental do GP 4 destacamos a organização estrutural, os alunos utilizaram várias setas, observamos que eles não destacaram no centro o tema CB e preferiram estabelecer tópicos, estruturados de forma linear e não ramificado. O mapa desse grupo representou as reações químicas, fórmula estrutural da fotossíntese, dando foco aos três ciclos que foram abordados, citaram o efeito estufa e as queimadas.

Observamos, também, que o grupo fez uso de cores diferentes de canetas para destacar determinadas informações (Figura 48). Dessa forma, a análise realizada apontou que o desempenho do grupo foi “Excelente”, pois demonstraram compreensão e relacionaram corretamente os conceitos sobre CB.

Figura 48: Mapa Mental GP4.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

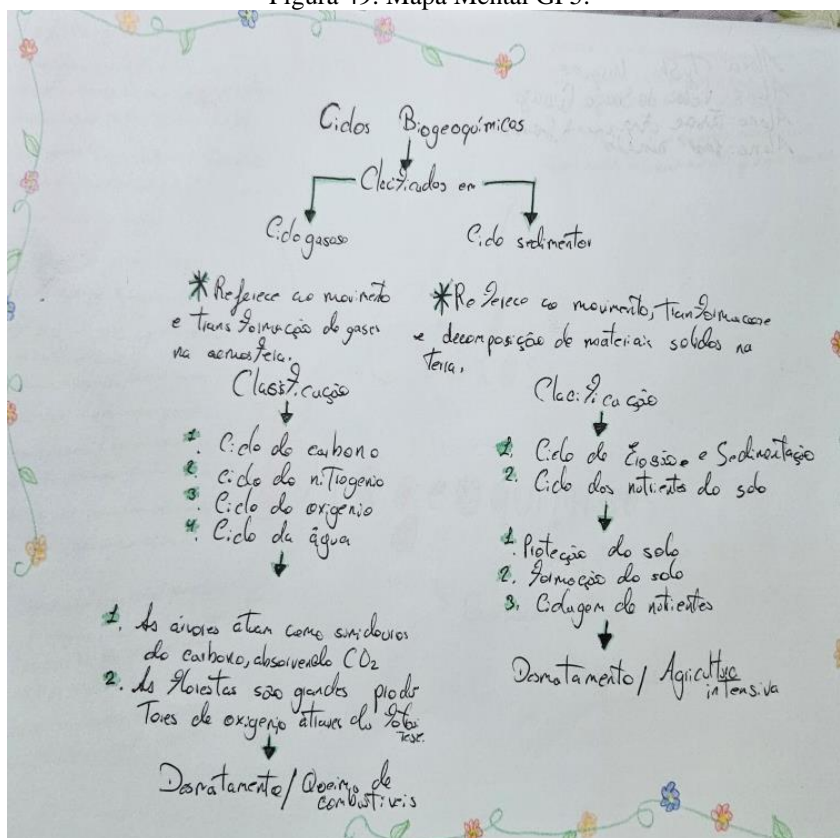
O uso de mapas mentais como ferramenta de aprendizagem facilita a compreensão dos alunos de maneira significativa, através de diagramas elaborados por meio de conceitos-chave estabelecidos pelo professor. Essa prática favorece o desenvolvimento das funções psicológicas superiores, como atenção, linguagem e memória, pois permite a

representação visual do raciocínio. Dessa forma, os mapas mentais reforçam o entendimento, facilitam o ensino e promovem conexões com novos conhecimentos abordados (Martins, Inácio, *et al.*, 2021).

O mapa mental do GP5 apresentou organização e conexões lógicas, a partir do tema central o grupo realizou as ramificações seguindo uma hierarquia conceitual, iniciando a partir da classificação dos CB até os exemplos escolhidos em grupo para citar na produção do mapa (Figura 49).

Notamos que os alunos foram claros e realização a aplicação dos conceitos de forma coerente, recebendo o descritor “Excelente” como desempenho estabelecido após a análise. Vale ressaltar, que o grupo desenhou flores coloridas nas bordas do mapa, deixando mais atrativo, nos tópicos e nas setas utilizaram canetinhas da cor verde, tornando esteticamente bonito.

Figura 49: Mapa Mental GP5.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Como resultado da análise realizada, observamos que ambos os mapas conceituais apresentaram uma abrangência significativa em relação ao conteúdo CB, notamos que cada grupo foi capaz de expressar suas concepções de maneira clara e coerente de forma geral. A proposta se adaptou muito bem com a metodologia da ABP, tendo em vista, que

os alunos durante esse processo desenvolvem habilidades e capacidades articuladas com a investigação científica (Souza; Dourado, 2015). Sendo assim, a produção dos mapas nessa fase da ABP permitiu organizar os conhecimentos dos alunos, ao mesmo tempo em que colocou em prática o trabalho cooperativo em grupo e contribuiu com a aprendizagem individual de cada aluno.

- **Investigação**

Na quinta aula foi realizada a terceira fase da ABP que consistiu no processo de investigação e resolução das questões-problema em grupo de cinco a seis alunos (Figura 50).

Figura 50: Orientação da professora entre os grupos (A); Investigação dos grupos para buscar soluções para as questões-problema (B).



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

A colaboração em trabalhos em grupo no espaço escolar a partir da ABP proporciona a reconstrução dos conhecimentos, na qual analisa e interpreta a situação problemática previamente definida, comparando os pontos de vista e divergentes, explicando conceitos e ideias, nesse cenário o aluno assume um papel ativo em sua própria aprendizagem, enquanto o professor atua como mediador, orientando e facilitando o desenvolvimento das atividades e a construção do saber coletivo, dando suporte quando solicitado (Souza, 2015).

Por tanto, a criação de um clima colaborativo é uma fonte de valores entre os alunos que formam o grupo desenvolvendo a capacidade de escutar e observar o outro, e a solidariedade que emerge tanto de forma espontânea quanto construída coletivamente durante esse processo de investigação (Barrett; Moore, 2011; Souza, 2015). Sendo assim, vivenciar essas experiências representa uma oportunidade de crescimento pessoal e acadêmica, que apenas o trabalho colaborativo é capaz de proporcionar.

Diante disso, para avaliar as respostas estabelecidas pelos alunos na investigação, faremos a utilização da análise de conteúdo proposto por Bardin (2016). Nesse sentido, iniciaremos as discussões com os resultados referente as respostas dos alunos voltada para questão-problema sobre o ciclo da água: **“Uma das causas de alagamento em ambientes urbanos é a pavimentação. Sabendo disso, como podemos relacionar a ocorrência dos alagamentos em áreas pavimentadas ao ciclo da água?”**.

Os dados obtidos foram organizados e sistematizados no Quadro 14.

Quadro 14: Síntese da análise das soluções da questão-problema sobre o ciclo da água.

Identificação	Enunciação
GP1	<i>“A pavimentação atrapalha o ciclo da água, pois não tem como a água ser absorvida pelo solo que está com asfalto, apenas se tiver calor que ela evapora. Por isso, quando chove muito forte as ruas alagam, pois não tem sol pra ajudar a evaporar a água”.</i>
GP2	<i>“O uso exagerado de materiais que no final se tornam lixo e são descartados nas ruas de forma inadequada e a exploração da floresta, também, é um dos fatores que influenciam o ciclo da água”.</i>
GP3	<i>“Pelo fato da rua ser asfaltada a água não é absorvida, apenas evaporada e quando chove de forma intensa as ruas não possuem estrutura e ocorrem os alagamentos. Pois, tendo espaços com plantas, solos livres, ruas com esgotos sem lixo, acreditamos que evitaria os alagamentos”.</i>
GP4	<i>“A falta de saneamento básico, bueiros entupidos por conta do lixo que acumula nas ruas, os igarapés são prejudicados e contaminados, ocasionando doenças em pessoas que moram em rip-rap. Nosso grupo acredita que isso influencia no ciclo da água”.</i>
GP5	<i>“A pavimentação em áreas urbanas interfere no ciclo da água ao diminuir a infiltração da chuva no solo. Como a água não é absorvida pelo solo com asfalto, ela fica empoeada nas ruas e isso gera alagamento, ocorrendo um desequilíbrio no ciclo da água e pessoas que moram em bairros não planejados sofrem com esse problema de alagamento”.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Observamos que todas as respostas dos grupos refletiram uma visão sobre a relação entre os alagamentos em áreas pavimentadas na qual geram interferências ao ciclo da água, além de apontarem seus pontos de vista sobre os problemas enfrentados no cotidiano. Ferreira e Zabotto *et al.* (2021), descrevem em suas pesquisas que a água percorre vários compartimentos no ambiente e passa por diversos estados físicos ao longo do ciclo hidrológico, sendo ele o principal responsável pela reciclagem da água, é durante

esse processo que a água se renova. Porém, esse ciclo vem sofrendo interferências, como nas cidades urbanizadas, devido à impermeabilização do solo e de processos climatológicos, causando impactos no ciclo da água, como por exemplo, as inundações que são geradas pelo excesso de água na qual não foi capaz de se infiltrar no solo.

Os grupos GP1, GP3 e GP5 destacaram a diminuição da infiltração da água no solo devido os asfaltos das ruas, os grupos relataram que durante os períodos chuvosos os bairros que não possuem infraestrutura sofrem com alagações e apontaram a importância do sol para o processo de evaporação da água, já que a água não consegue seguir seu percurso de forma livre, ficando alojada nos buracos das ruas que não possuem manutenção. Isso se dá, devido à existência de muitas áreas impermeáveis nos bairros, ou seja, com piso e asfalto, a água que antes conseguia infiltrar e alimentar os aquíferos subterrâneos, agora escoar pela cidade. Então, essa água adicional, muitas vezes, não se acomoda de forma correta e acaba ocupando as ruas e gerando muitos inconvenientes para a população, como os alagamentos (Ferreira; Zabotto *et al.*, 2021).

Os autores Ferreira e Zabotto *et al.* (2021), destacam a importância das árvores contra a formação de buracos nas ruas, quando um pequeno buraco aparece no asfalto, a tendência é que ele aumente a cada chuva, pois a água é um dos principais fatores que causam erosão nas vias de acesso. Uma avenida com árvores garante benefícios como sombras e diminuição na temperatura, reduzindo a dilatação do asfalto, ocasionando consequentemente a diminuição de fissuras e buracos nas vias.

Estudiosos buscam soluções para mitigar tais problemas, propondo cidades mais permissivas à infiltração das águas no solo, propondo ideias para que ela chegue até os rios e gere menos problemas para as cidades urbanizadas, por meio de espaços permeáveis como parques, jardins, canteiros etc. A ideia é que a água tenha solo para penetrar, caracterizadas como cidades-esponjas. Essa proposta visa utilizar soluções baseadas na natureza, fazendo uso de pavimentos permeáveis e formas de gerenciamento sustentáveis, o objetivo é criar cidades mais resilientes a inundações e secas (Ferreira; Zabotto *et al.*, 2021). Esse conceito foi criado pelo arquiteto chinês Kongjian Yu e é adotado oficialmente como política nacional na China servindo de exemplo para outros países.

Os grupos GP2 e GP4 abordaram a questão do descarte incorreto do lixo e a falta de saneamento básico, esses fatores além de prejudicar o ciclo hidrológico contribuem com a proliferação de doenças transmitidas pela água. Quando o lixo é lançado em vias

públicas, bueiros, iragapés ou outros cursos d'água, é capaz de obstruir o percurso da água, propiciando alagamentos e enchentes.

A geração de lixo é uma consequência inevitável da vida moderna, com o crescimento populacional, a urbanização acelerada e o consumo desenfreado, os resíduos sólidos urbanos se acumulam em proporções alarmantes. No entanto, o maior problema não está apenas na quantidade gerada, mas principalmente na forma como esses resíduos são descartados. O lixo, quando despejado sem os devidos cuidados, infiltra-se nos lençóis freáticos, contamina rios e compromete a fertilidade do solo. Esses impactos não apenas afetam o meio ambiente, mas também colocam em risco a saúde pública e a segurança alimentar (Ph Soluções Ambientais, 2025).

Além disso, os alunos destacaram, também, a exploração indevida da floresta, como o desmatamento e as queimadas, sendo estas ações agravantes contra o meio ambiente. Sendo assim, diante da análise realizada, percebemos que todos os grupos apresentaram associações coerentes e satisfatórias diante da resolução da questão-problema sobre o ciclo da água. Os autores Souza e Dourado (2015), destacam que propor aos alunos problemas reais contribui significativamente para o desenvolvimento do pensamento crítico e reflexivo, além de estimular a capacidade da investigação e do raciocínio para a resolução do problema.

Utilizando a mesma metodologia de análise, iniciaremos as discussões com os resultados referente às respostas dos alunos sobre o ciclo do carbono, a partir da seguinte pergunta: **“Como as atividades diárias dos moradores do bairro Armando Mendes influenciam o ciclo do carbono, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa ou no sequestro de carbono na região?”**.

Os dados obtidos foram organizados e sistematizados no Quadro 15, para representar as concepções expressadas pelos alunos diante da questão-problema.

Quadro 15: Síntese da análise das soluções da questão-problema sobre o ciclo do carbono.

Identificação	Enunciação
GP1	<i>“As atividades diárias dos moradores do bairro Armando Mendes, podem influenciar no ciclo do carbono pela emissão de gases de efeito estufa, como o uso de veículos que emitem gases para atmosfera e as empresas que queimam materiais”.</i>
GP2	<i>“O bairro é cercado por indústrias que soltam muita fumaça, emitindo CO<sub>2</sub> para a atmosfera, que contribui para o aquecimento global. Porém, próximo a escola temos uma área verde que é bom para o sequestro de carbono”.</i>

<b>GP3</b>	<i>“As atividades dos moradores do bairro podem influenciar o ciclo do carbono pela <b>emissão de gases de efeito estufa, utilizando veículos poluentes</b>. Mas, existem áreas verdes ao redor do bairro e isso contribui para o sequestro de carbono”.</i>
<b>GP4</b>	<i>“Os impactos das atividades diárias depende diariamente das escolhas feitas pelos moradores. Quando os moradores <b>atiram fogo em lixos isso contribui com a emissão de gases poluentes</b> na atmosfera, mesmo sendo uma prática ilegal pessoas ainda fazem isso”.</i>
<b>GP5</b>	<i>“As atividades dos moradores influenciam de formas diferentes no ciclo do carbono. Como <b>deixar de utilizar o ônibus para usar o carro, aumentando a emissão de gases que contribuem para o aquecimento global, descartando errado o lixo</b> são exemplos, que influenciam de forma ruim para o meio ambiente. Por outro lado, <b>preservar as árvores, jogar o lixo corretamente</b> são práticas que reduzem danos ao meio ambiente”.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A partir dessa questão-problema, foi possível observar que os grupos demonstraram compreensão sobre o ciclo do carbono, destacando ações locais que influenciam na manutenção desse ciclo. Foi possível observar que os alunos relacionaram o tema com situações reais do cotidiano, identificando os impactos das atividades humanas que contribuem com a emissão de gases de efeito estufa e conseqüentemente para a intensificação do aquecimento global.

O aquecimento global é o aumento gradual da temperatura média no planeta Terra, causado por gases do efeito estufa, sendo esse um fenômeno natural que mantém o planeta aquecido e permite a existência dos seres vivos. No entanto, as atividades humanas como queima de combustíveis fósseis, desmatamento, mineração, queimadas e a agropecuária têm aumentado a emissão de gases de efeito estufa na atmosfera. Como consequência, essas ações tem resultado na elevação da temperatura média global do planeta nos últimos anos, acentuando as mudanças climáticas, ou seja, provocando o desequilibrando do ecossistema (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020).

Nesse contexto, os grupos GP1, GP2 e GP3 apontaram a queima de combustíveis fósseis dos veículos de transporte como uma das principais atividades dos moradores do bairro Armando Mendes que contribuem para a emissão de gases e para o desequilíbrio do ciclo do carbono. Além disso, esses grupos foram capazes de relacionar as empresas industriais localizadas nas proximidades do bairro como responsáveis pela liberação de gases poluentes na atmosfera, que tendem a intensificar os impactos ambientais. Por outro lado, indicaram a importância das áreas verdes ao redor do bairro, ressaltando que as árvores atuam como sequestradoras de carbono, conforme abordado nas aulas.

Podemos destacar, que a presença desses termos nos relatos dos alunos, evidência a compreensão sobre o tema.

As áreas verdes desempenham um papel fundamental no sequestro de carbono da atmosfera, esse processo natural ajuda na redução da concentração de gases de efeito estufa. Porém, essas áreas não estão conseguindo sozinhas, compensar a quantidade excessiva de emissões de gases na atmosfera emitidas pela humanidade como gás carbônico, metano e monóxido de carbono (CNN Brasil, 2025). Para Franco (2025) o desmatamento e as queimadas, têm causado impactos significativos na estabilidade ecológica da atmosfera amazônica, as quais estão associadas às emissões oriundas de queimadas, mudança no uso da terra, além da poluição do ar urbano nas proximidades de grandes cidades.

Desse modo, destacamos o relato do GP4 que demonstraram um olhar crítico sobre a prática ilegal de moradores em atirar fogo em resíduos, ação que contribui para a emissão de gases poluentes e para o desequilíbrio do ciclo do carbono. Ao abordarem sobre esse problema local, foi possível observar que os alunos apresentaram a consciência de que tais atitudes, como a queima de lixo podem contribuir com o aquecimento global. Além disso, a ênfase feita pelos alunos sobre essa prática ser ilegal, revela o desrespeito às leis de proteção ao meio ambiente.

A humanidade precisa entender que as mudanças climáticas vão muito além do aumento da temperatura, elas incluem secas prolongadas, elevação do nível do mar, enchentes e mudanças nos regimes de chuva e nas estações do ano (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020). Quando há excessos ocorrem desequilíbrios, e todo o sistema é afetado, impactando diretamente o ecossistema, a economia e a qualidade de vida de todos.

O grupo GP5 apresentou uma compreensão consistente entre as ações humanas e o ciclo do carbono, chamando atenção para as escolhas individuais que impactam diretamente ao meio ambiente, como optar pelo uso do carro em vez do transporte coletivo ou descartar o lixo de forma incorreta, são atitudes que contribuem para o aumento da emissão de gases de efeito estufa, intensificando o aquecimento global e o desequilíbrio dos ciclos.

Tais efeitos provocados pela interferência das atividades humanas ao ciclo do carbono podem ser minimizados a partir de incentivos governamentais voltados para infraestrutura da cidade, manutenção adequada do transporte público, criação de ciclovias nos bairros e calçadas apropriadas. Outra condição importante é a substituição de fontes de energia não renováveis por fontes de energia renováveis. O governo também pode

ampliar a fiscalização do desmatamento e das queimadas no território nacional, visto que essas práticas normalmente são realizadas sem a autorização de órgãos ambientais (Godoy; Agnolo *et al.*, 2020).

Por outro lado, o grupo também apresentou uma visão equilibrada e coesa ao mencionar ações positivas, como a preservação das árvores e o descarte adequado de resíduos, que auxiliam na redução dos impactos ambientais. Esses exemplos citados, demonstraram que os alunos conseguiram refletir criticamente sobre a responsabilidade individual e sobre práticas sustentáveis para a manutenção do equilíbrio ambiental.

Assim, podemos dizer que os relatos apresentados pelos cinco grupos sobre o ciclo do carbono evidenciaram uma aprendizagem significativa, no qual os alunos relacionaram o conteúdo teórico estudado com as situações reais do cotidiano, demonstrando capacidade crítica para questões ambientais.

Dando continuidade as análises, iniciaremos as discussões a partir das respostas obtidas sobre o ciclo do nitrogênio, diante do seguinte questionamento: **“Como as práticas urbanas dos moradores do bairro Armando Mendes estão impactando no ciclo do nitrogênio, particularmente em relação à poluição do solo e nos corpos d’água da região?”**.

Os dados coletados foram organizados e sistematizados no Quadro 16.

Quadro 16: Síntese da análise das soluções da questão-problema sobre o ciclo do nitrogênio.

Identificação	Enunciação
GP1	<i>“Isso ocorre porque as pessoas desmatam muito e cortam muitas árvores e com isso o solo não consegue nutrir as plantas, causando grave impacto no ciclo do nitrogênio, e no bairro a falta de saneamento causa poluição nos igarapés, principalmente quem mora na Sharp e isso ajuda na formação da eutrofização que a professora falou”.</i>
GP2	<i>“As práticas urbanas dos moradores do bairro Armando Mendes podem impactar o ciclo do nitrogênio de várias formas, especialmente devido ao descarte inadequado de lixo e a ausência de saneamento básico em algumas áreas do bairro. Esse despejo em corpos d’água pode produzir a eutrofização e gerar morte de animais aquáticos”.</i>
GP3	<i>“As práticas urbanas, como o descarte errado de lixo e lançamento de esgoto sem tratamento correto, aumenta a concentração de compostos nitrogenados em ambientes aquáticos e isso gera a eutrofização. Algumas empresas localizadas no nosso bairro despejam dejetos nos igarapés que causam odor e acreditamos que prejudique o ciclo do nitrogênio”.</i>
	<i>“O uso de fertilizantes químicos, falta de saneamento básico e despejo de</i>

<b>GP4</b>	<i>substâncias químicas em rios podem aumentar a presença de nitrogênio, causando poluição. Essas ações antrópicas contribuem com a formação da eutrofização, provocando crescimento de algas e reduzindo o oxigênio que provoca mortes de espécies aquáticas, perto da escola existe um lago e acreditamos que seja um exemplo de eutrofização por causa da cor esverdeada da água”.</i>
<b>GP5</b>	<i>“O meu grupo concorda que no bairro existe muito lixo nas ruas e nos igarapés, alguns lugares não possuem saneamento básico e tem empresas que jogam substâncias nos córregos. A professora explicou que isso pode gerar a eutrofização, e tem a questão de quando chove muito forte a nossa escola alaga e isso é um problema pra gente”.</i>

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Observamos que em todas as respostas dos grupos o termo “eutrofização” foi citado, evidenciando que o conceito foi assimilado e aplicado corretamente pelos alunos. Essa recorrência demonstrou que os alunos compreenderam adequadamente o conceito e o utilizaram de forma coerente em seus relatos, conforme as concepções descritas. Para Díaz (2011), quando os alunos aprendem um novo conceito e conseguem reapplicá-lo em diferentes contextos, isso indica que ocorreu uma aprendizagem significativa, pois foram capazes de compreender e transferir o conhecimento adquirido para novas situações, evidenciando o entendimento conceitual e a autonomia cognitiva dos alunos. Sendo assim, a aprendizagem é mais significativa quando um novo material se incorpora a partir da relação dos conhecimentos prévios dos alunos, dando significado ao que está sendo aprendido.

Os grupos GP1, GP3 e GP5 apontaram a questão da contaminação nos “igarapés” termo dado a curso d’água estreito e raso, comumente chamado na região amazônica. Os alunos do GP1 relataram a realidade dos moradores da Sharp, comunidade que cresceu dentro do bairro Armando Mendes de forma desregularizada, onde atualmente estão recebendo novas moradias a partir do programa PROSAMIN+. Esse programa é voltado para pessoas que se encontram em situações de riscos e com moradias na qual sofrem com alagamentos em períodos de chuvas intensas, geralmente essas moradias estão localizadas nas proximidades dos igarapés.

Esses grupos estabeleceram conexões entre os conteúdos que foram abordados com o contexto em que vivem, apontaram problemas reais, como a ausência de saneamento básico, acúmulo de lixo nas ruas e a atuação das empresas no descarte de substâncias nos cursos d’água. Tais relatos evidenciaram as consequências diretas desses impactos, como os alagamentos nas casas e na própria escola, além dos odores provenientes da poluição.

Todo evento que prejudica os ecossistemas naturais, também, se torna prejudicial para os seres humanos. Assim, o excesso de componentes a base de nitrogênio na água, na comida, e no ar põe em risco a saúde humana (Odum; Barrett, 2011).

Enquanto isso, os grupos GP1 e GP4 apresentaram a influencia da relação das práticas humanas com o desequilíbrio do ciclo do nitrogênio, reconhecendo que as ações urbanas inadequadas como o descarte incorreto do lixo e a falta de saneamento básico proporcionam impactos negativos ao meio ambiente.

Os alunos apresentaram entendimento sobre os processos químicos e biológicos ao destacarem os fatores que podem ocasionar a eutrofização e conseqüentemente a morte de animais aquáticos. Dessa forma, é notório que os grupos articularam os conhecimentos científicos com a realidade local, apontando problemas ambientais presentes no bairro Armando Mendes.

Com intuito de complementar as análises textuais realizadas, elaboramos o Quadro 17 com a representação dos resultados obtidos para as questões-problemas. Essa avaliação foi conduzida pela rubrica, na qual cada descritor apresentava o respectivo nível de desempenho alcançado pelos cinco grupos.

Quadro 17: Síntese de avaliação das soluções das questões-problemas.

Critérios		Descritores			
<b>Propostas de soluções para as questões-problemas.</b>	Não apresentou respostas ou estas não se relacionaram com o problema.	Propôs respostas simples ou pouco fundamentadas.	Propôs respostas pertinentes, com embasamento conceitual, porém não apresentou articulação entre o conhecimento científico e o cotidiano.	Apresentou respostas claras, coesas e bem fundamentadas, utilizando conceitos científicos, além de utilizar exemplos para contextualizar os conhecimentos científicos com a realidade local.	
	<b>Insuficiente (1)</b>	<b>Regular (6)</b>	<b>Bom (8)</b>	<b>Excelente (10)</b>	
Grupos	Nível de desempenho				Pontos
GP1				Excelente	10
GP2				Excelente	10
GP3				Excelente	10
GP4				Excelente	10
GP5				Excelente	10

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

A avaliação realizada constatou que os cinco grupos atingiram o desempenho máximo, ambos apresentaram respostas claras, coesas e bem fundamentadas, as respostas

obtidas demonstraram que os alunos possuíam domínio e apropriação dos conceitos científicos que foram abordados sobre o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio durante as aulas, na qual eles conseguiram reaplicar seus novos conhecimentos a situações do cotidiano, além de terem contextualizado a realidade local com inúmeros exemplos.

Vale destacar, que esse resultado satisfatório está diretamente relacionado à dinâmica colaborativa, o que favoreceu o diálogo, a troca de ideias e a construção coletiva e individual do conhecimento de cada integrante do grupo, sendo notório o progresso alcançado pelos alunos. Tal aspecto confirma os benefícios da ABP no âmbito educacional, segundo Souza e Dourado (2015), a estrutura da ABP proporciona justamente o desenvolvimento de habilidades e capacidades nos alunos, como a investigação metodológica e sistemática, aprendendo a trabalhar em grupo de forma cooperativa, competente, produtiva, dinâmica e participativa, para que alcancem resultados satisfatórios em suas pesquisas, complementando e ampliando sua aprendizagem individual.

Na ABP, o trabalho em grupo destaca-se como uma forma de atividade em que o aluno valoriza a convivência e se dispõe a participar do processo de aprendizagem, no qual todos são protagonistas, contribuindo para uma aprendizagem mútua e integral (Barrett; Moore, 2011; Souza; Dourado, 2015). Sendo assim, a terceira fase voltada para a investigação na estrutura da ABP possibilitou que os alunos organizassem suas respostas individuais, e posteriormente, as compartilhassem com seu respectivo grupo, reformulando em uma única produção coletiva. Esse processo teve o intuito de proporcionar o trabalho cooperativo, favorecendo a troca de conhecimentos e pontos de vista de cada participante, resultando em uma aprendizagem significativa.

- **Discussão e Reflexão**

Para a apresentação do resultado final a última fase da ABP foi voltada para a discussão e reflexão dos alunos. Ao realizar esta atividade foi solicitado que os alunos se organizassem em grupos para a confecção de cartazes ilustrativos, e posteriormente uma apresentação oral, nos quais deveriam apresentar uma síntese das reflexões e debates desenvolvidos sobre o CB e as ações antrópicas nos contextos local, nacional e global. Foram formados quatro grupos, tendo em vista que alguns alunos não estavam presentes no dia.

Para Leite e Afonso (2001), é na apresentação final, que o professor orientador avalia o processo da aprendizagem, verificando se os conhecimentos conceituais, procedimentais e atitudinais corresponderam com as expectativas de aprendizagem previstas. Durante essa última fase, voltada à discussão, reflexão e socialização do conhecimento, incluiu também, o momento da autoavaliação grupal e individual. Dessa forma, a avaliação foi realizada com base em duas rubricas: uma direcionada ao desempenho coletivo na confecção dos cartazes e outra voltada ao aspecto individual da apresentação oral.

No Quadro 18, está a representação da avaliação da confecção dos cartazes em grupo, essa avaliação se deu por rubrica e foram definidos quatro descritores, na qual foram destinados ao desempenho dos grupos, denominados como: GP1, GP2 e sucessivamente.

Quadro 18: Síntese de avaliação dos cartazes.

Critérios	Descritores				
<b>Confecção dos cartazes.</b>	O cartaz apresentou desorganização, pouco criativo e não cumpriu com a proposta. <b>Insuficiente (1)</b>	O cartaz estava simples e pouco criativo, mas atendeu minimamente à proposta. <b>Regular (6)</b>	O cartaz apresentou boa organização e criatividade. Mas, não apresentou conceitos claros. <b>Bom (8)</b>	O cartaz estava visualmente atrativo, original e se comunicou com clareza com os conceitos. <b>Excelente (10)</b>	
Grupos	Nível de desempenho				Pontos
GP1				Excelente	10
GP2				Excelente	10
GP3				Excelente	10
GP4				Excelente	10

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Na figura 51 o cartaz confeccionado pelo GP, selecionou o ciclo do carbono para apresentar, as imagens selecionadas por eles acompanhavam conceitos científicos, e esse processo de escolha foi livre, sendo apenas mediada pela professora para manter a organização e o compartilhamento dos materiais.

Figura 51: Cartaz confeccionado pelo GP1.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

A avaliação realizada constatou que o GP1 recebeu o nível máximo de desempenho na produção, pois o cartaz estava atrativo, original e harmônico, além da clareza dos conceitos abordados, evidenciando a aprendizagem, bem como a síntese do problema exposto a partir da escolha das ilustrações, como a poluição dos rios, as queimadas, o planeta Terra e suas mudanças climáticas.

Para Campos e Carvalho *et al.* (2023), a avaliação tem um papel fundamental no processo de ensino e aprendizagem, no entanto, por se tratar de um processo que sai da prática convencional de avaliação para uma avaliação mais dinâmica, como é o caso da produção de cartazes, que não se limitando apenas na memorização de conceitos para a resolução de questões estabelecidas como, por exemplo, em uma prova. Tal proposta tende a desenvolver nos alunos a capacidade crítica e autônoma, possibilitando oportunidades para os alunos articularem seus conhecimentos com suas competências construídas anteriormente em prol da resolução de um novo problema.

O próximo cartaz representa a confecção do GP2 onde os alunos optaram por representar o ciclo da água (Figura 52), foi perceptível a criatividade apresentada pelos alunos e a aplicação dos conhecimentos científicos, por intermédio dos desenhos manuais que foram desenvolvidos, na qual estavam representando as fases do ciclo da água e as consequências das ações antrópicas para o meio ambiente, tendo como exemplo a seca, o derretimento das geleiras e os alagamentos enfrentados na comunidade da Sharp.

Figura 52: Cartaz confeccionado pelo GP2.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Diante disso, a avaliação do GP2 resultou na nota máxima, apresentando um desempenho excelente, por terem criado um cartaz atrativo, organizado, com originalidade e principalmente por terem aplicado adequadamente os conceitos científicos aos problemas reais, utilizando exemplos locais como a seca na região amazônica e os alagamentos enfrentados pela comunidade da Sharp .

O GP3 apresentou um cartaz intitulado como “Desastres Ambientais” na qual realizaram uma reflexão crítica sobre os impactos das ações humanas ao meio ambiente. As imagens selecionadas pelos alunos desse grupo revelaram uma compreensão sobre a amplitude das consequências geradas pelas atividades antrópicas, como o aumento da temperatura global, a emissão de gases do efeito estufa, as secas extremas e a perda da biodiversidade. Ao citarem exemplos, como a eutrofização, as queimadas e as moradias de risco, o grupo evidencia a relação entre os aspectos ambientais e sociais, ressaltando que o desequilíbrio do meio ambiente afeta diretamente a qualidade de vida.

Figura 53: Cartaz confeccionado pelo GP3.



Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Em razão disso, o cartaz produzido pelo GP3 alcançou na avaliação realizada o desempenho máximo, sendo considerado excelente, por ter apresentado organização lógica, originalidade e, sobretudo, por relacionar os aspectos ambientais e sociais, aplicando os conceitos científicos e expressando críticas fundamentadas. Sendo assim, o aprendizado deve contribuir não apenas para o domínio técnico, mas também para a formação de uma cultura mais ampla, possibilitando a interpretação de fenômenos naturais, a compreensão de procedimentos e tecnologias, além de favorecer aos alunos a construção de uma visão integrada do mundo natural e social (Brasil, 2000).

Na figura 54 temos o cartaz confeccionado pelo GP4 no qual os integrantes optaram por abordar os CB de forma abrangente, destacando temas como o sequestro de carbono, os rios voadores, a importância dos micro-organismos na decomposição e a fixação natural de nitrogênio presente nas raízes leguminosas. Além disso, o grupo abordou as ações antrópicas que geram danos ao meio ambiente, como o acúmulo de lixo nos rios, as queimadas na floresta e a contaminação dos cursos d'água pelo excesso de nitrogênio, na qual ocasiona a morte dos peixes. Foi observado, que os alunos tiveram o cuidado de descrever legendas explicativas para cada imagem selecionada, o que evidenciou a compreensão dos conceitos e o avanço na aprendizagem sobre CB.

Figura 54: Cartaz confeccionado pelo GP4.



reflexão, além da autoavaliação dos alunos. Essa avaliação foi conduzida novamente por rubrica, e foram observados o desempenho individual durante as apresentações orais, o domínio do conteúdo, a capacidade de argumentação e a clareza.

Portanto, essa última fase permitiu identificar o nível de envolvimento de cada aluno, bem como a consolidação dos conhecimentos construídos ao longo das fases da ABP. Assim, os dados obtidos nessa análise foram coletados, sistematizados e estão representados no Quadro 19.

Quadro 19: Síntese de avaliação das apresentações orais.

<b>Critérios</b>	<b>Descritores</b>				
<b>Apresentação oral.</b>	Apresentou dificuldades e não demonstrou nenhum domínio de conteúdo. <b>Insuficiente (1)</b>	Demonstrou domínio limitado e dependência de apoio externo. <b>Regular (6)</b>	Apresentou com clareza, ainda que com algumas dúvidas. <b>Bom (8)</b>	Demonstrou domínio total do conteúdo, com linguagem adequada e segurança na apresentação. <b>Excelente (10)</b>	
<b>Alunos</b>	<b>Nível de desempenho</b>				<b>Pontos</b>
A1				Excelente	10
A2				Excelente	10
A3				Excelente	10
A4				Excelente	10
A5				Excelente	10
A6				Excelente	10
A7			Bom		8
A8				Excelente	10
A9				Excelente	10
A10				Excelente	10
A11	Aluno ausente nesta atividade.				
A12				Excelente	10
A13				Excelente	10
A14				Excelente	10
A15	Aluno ausente nesta atividade.				
A16				Excelente	10
A17			Bom		8

A18				Excelente	10
A19				Excelente	10
A20				Excelente	10
A21				Excelente	10
A22	Aluno ausente nesta atividade.				
A23				Excelente	10
A24				Excelente	10
A25				Excelente	10
A26				Excelente	10
A27			Bom		8
A28				Excelente	10
A29				Excelente	10
A30	Aluno ausente nesta atividade.				
A31		Regular			6

Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

Dos 31 alunos participantes, 4 estavam ausentes (13%). Entre os 27 presentes (87%), nenhum recebeu em sua avaliação o desempenho insuficiente, o que demonstrou que todos os alunos conseguiram demonstrar algum nível de domínio do conteúdo durante a apresentação oral.

Apesar do nervosismo natural de falar em grupo, atividades como essa são fundamentais para desenvolver a autoconfiança e aprimorar a postura ao se expressar em público, contribuindo para o crescimento pessoal e acadêmico dos alunos. Sabemos que a avaliação é um elemento fundamental em qualquer processo de ensino e aprendizagem, porém na ABP essa prática é concebida como uma parte integrante do processo de aprendizagem, promovendo a reflexão e o desenvolvimento contínuo dos alunos, e não apenas como um instrumento para atribuir uma nota quantitativa (Souza; Dourado, 2015).

Diante desse cenário, os dados avaliados demonstraram que apenas 1 aluno (4%) obteve desempenho considerado regular, devido a limitações conceituais apresentadas, possivelmente decorrentes da ausência da aula anterior. No entanto, 3 alunos (11%) atingiram o nível de desempenho considerado bom, pois apresentaram com clareza e demonstraram dúvidas razoáveis. Mas, a maioria da turma, composta por 23 alunos (85%), apresentaram desempenho excelente, esse resultado é o reflexo das

apresentações dos alunos, na qual demonstraram domínio, linguagem apropriada e segurança na fala.

Durante as apresentações foi possível notar a diferença dos termos científicos utilizados e a mudança comportamental dos alunos, sendo abordadas as dificuldades encontradas para solucionar as questões-problema, a experiência de participar da oficina pedagógica e a importância da colaboração em grupo para confeccionar os cartazes. A seguir destacamos os relatos dos alunos A3, A7, A18 e A23.

O aluno A3 integrante do GP1 em sua apresentação destacou a relevância dos microrganismos presentes no solo da floresta, ele relatou “*É importante falar sobre os microrganismos no solo da floresta, como as minhocas, fungos e bactérias que deixam o solo mais rico, por isso eu peguei a imagem da minhoca para por no cartaz*”. A fala da aluna demonstrou sua compreensão sobre o papel dos organismos nos processos de decomposição da matéria orgânica e na ciclagem dos nutrientes, ao citar as minhocas, os fungos e as bactérias como exemplos refletem confiança e domínio sobre o tema.

No contexto amazônico, essa compreensão se torna ainda mais significativa. Na Amazônia, as condições naturais de baixa fertilidade e elevada acidez dos solos demandam a presença constante de matéria orgânica para garantir a diversidade e o funcionamento dos ecossistemas. A biomassa presente no solo da floresta promove a ciclagem dos nutrientes, disponibilizando em parte os nutrientes necessários para o desenvolvimento das plantas e sustentando os processos ciclos vitais para o equilíbrio do meio ambiente (Frare; Martins *et al.*, 2023).

O aluno A7 apresentou com clareza, mas evidenciou algumas dúvidas ao utilizar conceitos trabalhados durante as aulas, em sua avaliação obteve um desempenho considerado “bom”. Integrante do GP2 relatou “*O grupo optou em fazer desenhos, ajudei a colorir, todos do grupo foram participativos, mas eu sentir dificuldades em relacionar os estados físicos da água com o ciclo da água*”. A fala do aluno evidencia que, embora tenha participado do trabalho em grupo, ele ainda apresentou lacunas conceituais relacionadas às transformações físicas da água. Essa dificuldade é comum entre os alunos que conseguem reconhecer visualmente as fases do ciclo da água, mas não estabelecem conexões claras entre os fenômenos envolvidos. Segundo Ausubel (2003), a aprendizagem significativa ocorre quando o aluno consegue relacionar novos conhecimentos aos conceitos já existentes em sua estrutura cognitiva. Quando essa relação não se consolida, surge a compreensão fragmentada.

O aluno A18 que estava presente no GP3 relatou que *“Fazer os cartazes em grupo foi muito legal, todos deram o seu ponto de vista e todos participaram da escolha das imagens que mais chamavam a nossa atenção”* relatando a satisfação em ter realizado a atividade solicitada em grupo. Nos métodos tradicionais de ensino, o trabalho em grupo é uma atividade habitual, usada pelos professores para o estudo de determinado conteúdo, na ABP o trabalho em grupo destaca-se como uma forma de atividade em que o aluno valoriza a convivência e se dispõe a participar, de forma criativa do processo de aprendizagem, buscando criar espaços para o trabalho cooperativo, no qual todos são protagonistas (Souza; Dourado, 2015).

Esse momento de reflexão foi proveitoso, o aluno relatou ainda que *“Após as aulas e durante as pesquisas, identifiquei as causas que contribuem com os desastres ambientais e destabilizam os ciclos, como o descarte incorreto do lixo, a emissão de gases de efeito estufa e as queimadas que ocasionam a perda da biodiversidade”*. Em nossa concepção, quando o aluno destacou as queimadas como um dos fatores responsáveis pela perda da biodiversidade, foi possível notar que houve a compreensão desse aluno na sua fala, relacionando as ações antrópicas e o desequilíbrio dos ciclos biogeoquímicos, demonstrando uma postura crítica sobre os impactos ambientais no contexto amazônico.

As queimadas e os incêndios em áreas de floresta e em áreas de uso agrícola e/ ou pecuária desencadeiam um papel fundamental no balanço biológico do bioma, acarretando implicações críticas para o futuro das florestas na Amazônia (Carrero; Alves, 2016). Para Luizão (2007), a ciclagem do carbono e a de outros nutrientes presentes na floresta, biologicamente regulada por processos naturais, vem sendo alterada à medida que as intervenções humanas avançam sobre o meio ambiente. Nos últimos anos, além da conversão de áreas florestais em pastagens e cultivos agrícolas, se destaca também, a exploração seletiva de madeira, que contribui diretamente para o aumento do desmatamento na região.

Já o aluno A23 integrante do GP4 em sua apresentação destacou a importância da floresta Amazônica, relatando que *“Devemos proteger a floresta, pois as árvores ajudam a capturar CO<sub>2</sub> da atmosfera e deixa o clima mais agradável para todos nós, é incrível também saber que nossa floresta contribuiu com as chuvas em outras regiões do Brasil, os famosos rios voadores”*. A fala do aluno evidencia sua compreensão sobre dois aspectos naturais da floresta, como o sequestro de carbono que contribui para a regulação do clima, e a influência da Amazônia no regime de chuvas.

Essas falas realizadas pelo aluno durante as apresentações orais se articulam com as pesquisas que estão sendo desenvolvidas. Para os pesquisadores a Amazônia deixará de capturar cerca de 2,94 bilhões de toneladas de carbono até 2030, se os governos de países amazônicos aplicarem pouco ou nenhum controle sobre o desmatamento no bioma. A proteção das florestas é decisiva para conter o aquecimento global, se não forem fortalecidas as políticas de proteção a Amazônia deixará de ser uma aliada climática (Boehm, 2025). Dessa forma, a proteção das florestas se torna decisiva para conter o aquecimento global.

Além disso, o desmatamento intensifica a seca, pois a floresta desempenha um papel fundamental no ciclo hidrológico amazônico. A remoção de árvores reduz a umidade liberada para a atmosfera, conhecida como rios voadores, responsáveis por transportar vapor d'água que contribui com as chuvas em diversas regiões do Brasil. Sem essa umidade, a região se torna seca e vulnerável a eventos climáticos extremos (Sampaio; Nobre *et al.*, 2007; Cavalcanti; Filho, 2024).

Na Figura 55, está o registro fotográfico da participação dos alunos da Escola Estadual Manuel Rodrigues na implementação da proposta didática, marcando o encerramento do trabalho de pesquisa.

Figura 55: Alunos participantes da proposta didática.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Está última fase da ABP evidenciou um percurso de aprendizagem significativo, destacando o comprometimento dos alunos com a formação cidadã no aspecto social e ambiental. Dessa forma, os alunos foram capacitados para enfrentar os desafios contemporâneos, reconhecendo a importância dos CB e sua influência no equilíbrio dos ecossistemas, além do desenvolvimento do senso crítico nos alunos, sobre atitudes humanas que podem causar impactos negativos ao meio ambiente.

### 3.3 Avaliação da Proposta Didática

A avaliação da proposta didática foi conduzida por meio de um questionário (Apêndice R), com objetivo de investigar a percepção dos alunos sobre a implementação da proposta. A aplicação do questionário possibilitou tanto a autoavaliação quanto a coleta de *feedbacks* sobre a experiência vivenciada durante as fases da ABP. Este questionário foi aplicado com 28 alunos (Figura 56).

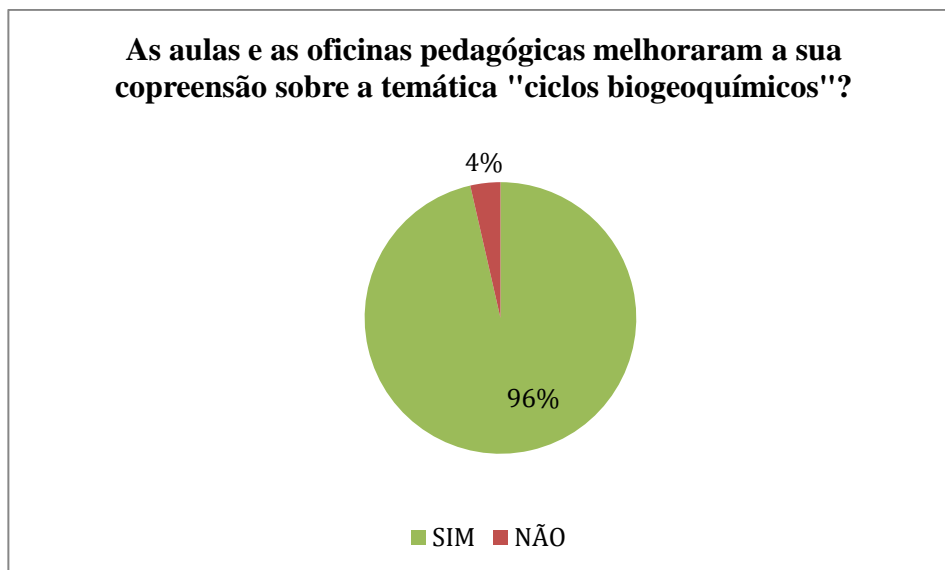
Figura 56: Aplicação do questionário final.



Fonte: Registrado pela autora, 2024.

Em relação à metodologia utilizada 27 alunos (96%) responderam que “sim”, avaliando a proposta didática como apropriada para a abordagem dos CB no contexto amazônico, enquanto apenas 1 aluno (4%) respondeu que “não”. Esse resultado isolado pode estar associado às ausências do aluno em algumas aulas, o que possivelmente comprometeu sua participação e compreensão das etapas da proposta (Figura 57).

Figura 57: Resultado final sobre a compreensão dos CB após a implementação da ABP.



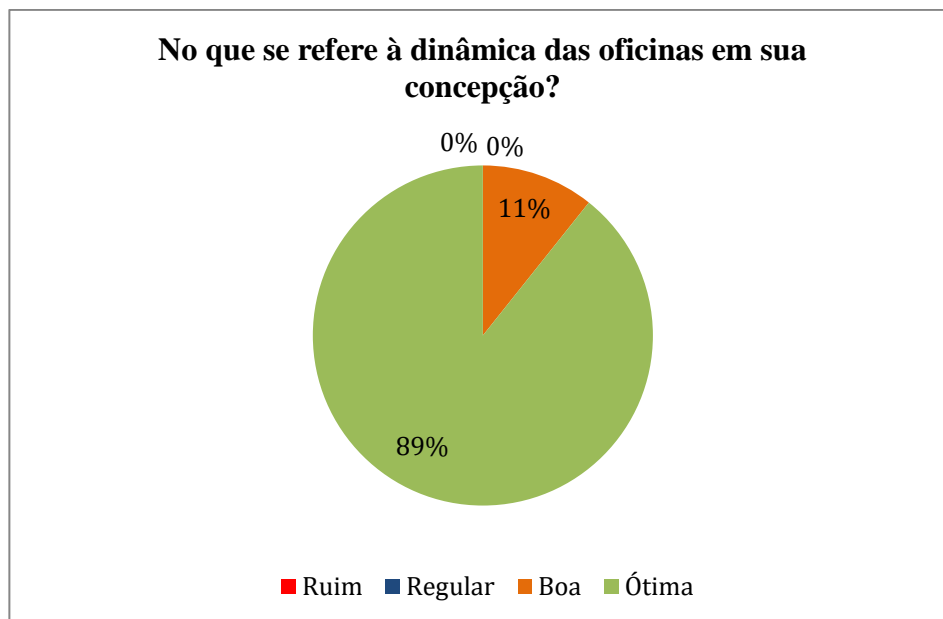
Fonte: Elaborado pela autora, 2025.

O dado satisfatório evidenciado pela maioria da turma reforça a eficácia da metodologia implementada. Para os autores Souza e Dourado (2015), a ABP favorece o desenvolvimento de atividades que exigem a participação ativa dos alunos, tanto individualmente quanto em grupo, promovendo discussões críticas, reflexivas e alinhadas à resolução de problemas. Nesse sentido, a alta taxa de aceitação da metodologia pelos alunos indicou que a proposta foi capaz de melhorar a compreensão dos conteúdos científicos.

Em síntese, os resultados obtidos na pesquisa evidenciaram um processo de ensino-aprendizagem eficaz, no qual a maioria dos alunos demonstraram compreensão sólida dos conteúdos e capacidades de aplicar o conhecimento em diferentes contextos. As falas e as produções realizadas revelaram não apenas a assimilação dos conceitos científicos, mas também a habilidade de relacionar os conceitos com as problemáticas que estão presentes no cotidiano amazônico.

No que se refere às oficinas pedagógicas realizadas com a turma 25 alunos (89%) avaliaram a dinâmica das oficinas como “ótima”, enquanto 3 alunos (11%) as classificaram como “boa”. Nenhum aluno selecionou as opções “ruim” ou “regular”, o que indicou uma aceitação positiva (Figura 58).

Figura 58: Resultado sobre a concepção dos alunos acerca das oficinas realizadas.



Esse resultado evidenciou que as oficinas foram bem recebidas pelos alunos, tanto em termos de organização quanto de relevância para a compreensão dos conteúdos. A ausência de avaliações negativas indicou que os alunos se sentiram atraídos e motivados a participarem das atividades propostas. Além disso, a predominância da avaliação “ótima” reforça o potencial pedagógico das oficinas como recurso metodológico capaz de favorecer a construção dos conhecimentos de forma ativa, significativa e contextualizada.

De acordo com Paviani e Fontana (2009), a oficina integra teoria e prática sem que uma anule a outra, as autoras destacam que esse formato metodológico rompe com o modelo tradicional de ensino, ao incorporar ação, reflexão e diálogo como elementos centrais do processo de aprendizagem. Em outras palavras, durante uma oficina ocorrem apropriações, construções e produções de conhecimentos teóricos e práticos, de forma ativa e reflexiva.

A seguir apresentaremos de maneira detalhada as respostas da avaliação final dos alunos A10, A16, A23 e A27.

O A10 demonstrou uma ótima compreensão no questionário final, respondendo todas as perguntas de forma correta. Ela relatou que “*Com as aulas teóricas eu entendi o assunto, mas com as aulas práticas eu aprendi bem mais, pois eu vi os nódulos de nitrogênio, que eu nunca tinha visto e outras coisas*”. A aluna conseguiu conceituar os CB como “*São processos naturais para manter o equilíbrio ecológico*” além de identificar as consequências das queimadas e do desmatamento para a floresta Amazônica e como essas ações comprometem os ciclos biogeoquímicos “*Perda de biodiversidade,*

degradação do solo e alteração no ciclo da água, as queimadas liberam  $\text{CO}_2$  que contribui para o aquecimento global”. Na figura 59 temos o registro do questionário respondido pela A10.

Figura 59: Resposta do questionário final do A10.

PROJETO: "CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA: PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA"  
QUESTIONÁRIO PÓS IMPLEMENTAÇÃO  
NOME: \_\_\_\_\_

1. Você gostou das atividades sugeridas?  
 SIM ( ) NÃO

2. Qual das oficinas você gostou mais?  
 construção do território. ( ) observação dos nódulos em raízes leguminosas.  
( ) identificação de litras no espaço escolar. ( ) a infiltração da água em solos diferentes. ( ) a interação dos diferentes tipos de solo no desenvolvimento das plantas.

3. Os conjuntos de atividades sugeridas pela professora contribuíram com seus conhecimentos sobre ciclos biogeoquímicos?  
 SIM ( ) NÃO

4. No que se refere à dinâmica das oficinas, em sua concepção:  
( ) Rápid ( ) Regular ( ) Boa  Ótima

5. As aulas e as oficinas pedagógicas melhoraram a sua compreensão sobre a temática "ciclos biogeoquímicos"?  
 SIM ( ) NÃO

Justifique sua resposta:  
Sim, com aulas práticas de campo e também com as aulas práticas de laboratório, com materiais adequados nos módulos de biogeoquímica e química orgânica.

Questões sobre seus conhecimentos após a sua participação em todas as atividades práticas implementadas em sala de aula.

6. O que são ciclos biogeoquímicos?  
São processos naturais para manter o equilíbrio ecológico.

7. Marque o ciclo que você mais possui facilidade em compreender:  
( ) ciclo da água  ciclo do carbono ( ) ciclo do nitrogênio

8. Quais são as consequências das queimadas e do desmatamento para a Floresta Amazônica e como essas ações antrópicas afetam os ciclos biogeoquímicos?  
Quando há desmatamento há diminuição da água e também no ciclo da água, as queimadas liberam  $\text{CO}_2$  que contribui para o aquecimento global.

9. Agora você sabe identificar a presença dos ciclos biogeoquímicos na floresta amazônica?  
 SIM ( ) NÃO  
Se sim, então descreva:  
ciclo da água nos rios, ciclo da água (evapotranspiração) e ciclo do nitrogênio no solo das plantas que vivem lá.

10. Como os rios voadores influenciam no clima e nas chuvas em diferentes regiões do Brasil?  
em rios voadores há uma umidade de água para outros rios, influenciando chuvas e a flora e fauna.

11. Qual é a importância do ciclo da água para a Floresta Amazônica?  
O ciclo da água mantém a umidade e mantém a floresta, ajudando chuvas e a biodiversidade.

12. Qual é a importância do ciclo do carbono para a Floresta Amazônica?  
o ciclo do carbono ajuda a floresta a manter o equilíbrio.

13. O que é fotossíntese?  
É a maneira de que plantas produzem energia usando luz solar, água e  $\text{CO}_2$ .

14. O que são Rios Voadores?  
a) corrente de ar que transportam vapor de água.  b) rios que atravessam áreas montanhosas. c) formação de nuvens em regiões altas. d) curso d'água alimentados por geleiras.

Obrigada pela participação!  
Sou professora de química e estou muito feliz com a sua participação e espero que você tenha aprendido muito!


Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Sobre a concepção das oficinas como recurso o A16 destacou que “As aulas e as oficinas pedagógicas me ajudaram a entender melhor os ciclos biogeoquímicos porque explicam a teoria e explicam a prática como os elementos circulam na natureza. Me ajudando entender de forma fácil”. Seu relato evidenciou que a proposta contribuiu de maneira significativa para o seu processo de aprendizagem referente à temática dos CB.

Ao ser questionado sobre a identificação dos CB na Amazônia, a aluna apresentou precisão e domínio conceitual ao afirmar “O ciclo da água: a floresta libera vapor para atmosfera influenciando nas chuvas. No ciclo do carbono as árvores absorvem  $\text{CO}_2$  e ajudam a regular o clima. E o ciclo do nitrogênio, as bactérias no solo tornam o nitrogênio utilizável para as plantas”. Essa resposta demonstrou não apenas compreensão dos conceitos, mas também a capacidade de relacionar os conceitos aprendidos ao contexto amazônico.

Na figura 60, está o registro do questionário respondido pelo A16.

Figura 60: Resposta do questionário final do A16.



PROJETO: "CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA: PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA"  
 QUESTIONÁRIO PÓS IMPLEMENTAÇÃO

NOME: A

1. Você gostou das atividades sugeridas?  
 SIM ( ) NÃO

2. Qual das oficinas você gostou mais?  
 ( ) construção do território. ( ) observação dos nódulos em raízes leguminosas.  
 ( ) identificação de litters no espaço escolar.  a infiltração da água em solos diferentes. ( ) a interação dos diferentes tipos de solo no desenvolvimento das plantas.

3. Os conjuntos de atividades sugeridas pela professora contribuíram com seus conhecimentos sobre ciclos biogeoquímicos?  
 SIM ( ) NÃO

4. No que se refere à dinâmica das oficinas, em sua concepção:  
 ( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa  Ótima

5. As aulas e as oficinas pedagógicas melhoraram a sua compreensão sobre a temática "ciclos biogeoquímicos"?  
 SIM ( ) NÃO

Justifique sua resposta:  
 São, em minha opinião, atividades que ajudam a entender melhor os ciclos biogeoquímicos, pois explicam a forma e a circulação na natureza, como se fosse uma máquina, me ajudando a entender melhor a natureza.

Questões sobre seus conhecimentos após a sua participação em todas as atividades práticas implementadas em sala de aula.

6. O que são ciclos biogeoquímicos?

Os ciclos biogeoquímicos são os processos naturais que reciclam (reutilizam) elementos essenciais para a vida.

7. Marque o ciclo que você mais possui facilidade em compreender:  
 ciclo da água ( ) ciclo do carbono ( ) ciclo do nitrogênio

8. Quais são as consequências das queimadas e do desmatamento para a floresta Amazônica e como essas ações antrópicas afetam os ciclos biogeoquímicos?  
 As queimadas e o desmatamento na Amazônia afetam os ciclos biogeoquímicos, pois interrompem o ciclo da água e reduzem a biodiversidade, prejudicando os organismos que dependem deles.

9. Agora você sabe identificar a presença dos ciclos biogeoquímicos na floresta amazônica?  
 SIM ( ) NÃO  
 Se sim, então descreva:  
 O ciclo da água é formado pela evaporação, condensação e precipitação. O ciclo do carbono é formado pela fotossíntese e respiração. O ciclo do nitrogênio é formado pela fixação e nitrificação.

10. Como os rios voadores influenciam no clima e nas chuvas em diferentes regiões do Brasil?  
 Os rios voadores, como o Amazonas, influenciam o clima e as chuvas em diferentes regiões do Brasil, pois transportam umidade e ajudam a formar nuvens.

11. Qual é a importância do ciclo da água para a floresta Amazônica?  
 O ciclo da água mantém a umidade e regula a temperatura, ajudando a manter a floresta saudável e a biodiversidade.

12. Qual é a importância do ciclo do carbono para a floresta Amazônica?  
 O ciclo do carbono mantém o clima e mantém o equilíbrio entre a produção e a absorção de CO<sub>2</sub> pela floresta.

13. O que é fotossíntese?  
 É o processo em que as plantas produzem energia (açúcar) usando luz solar, água e CO<sub>2</sub>.

14. O que são Rios Voadores?  
 correntes de ar que transportam vapor de água. ( ) formação de nuvens em regiões afiladas.  
 ( ) rios que atravessam áreas montanhosas. ( ) rios d'água alimentados por geleiras.

Obrigada pela participação!

Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

A aluna A23 apresentou uma concepção conceitual adequada sobre os CB ao afirmar que “São processos naturais que permitem a circulação e a reciclagem de elementos químicos essenciais como carbono, nitrogênio e água”. Essa definição demonstrou não apenas domínio do tema, mas também ampliação do repertório vocabulário científico. Quando comparamos essas respostas com as produções iniciais realizadas antes da aplicação da ABP notamos que naquele momento muitos alunos apresentavam dificuldades para organizar as ideias e articular os conceitos. Seu relato demonstra a ampliação do repertório no vocabulário, se formos comparar com as respostas iniciais antes da aplicação da ABP perceberemos que os alunos não conseguiam organizar suas respostas anteriormente, evidenciando um progresso na aprendizagem.

Ao ser questionada sobre as principais consequências das ações antrópicas para a floresta amazônica e seu impacto no equilíbrio dos CB a resposta dada foi “Causam perda de biodiversidade, degradação do solo e alterações climáticas que podem afetar os ciclos”. Essa descrição revelou que a aluna compreendeu a relação entre interferências humanas, desequilíbrio ambiental e funcionamento dos ciclos naturais, demonstrando capacidade de análise e de conexões entre teoria e realidade local.

Na figura 61, está o registro do questionário final respondido pela aluna A23.

Figura 61: Resposta do questionário final da A23.

PROJETO: "CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA: PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA"  
QUESTIONÁRIO PÓS IMPLEMENTAÇÃO  
NOME: [REDACTED]

1. Você gostou das atividades sugeridas?  
 SIM ( ) NÃO

2. Qual das oficinas você gostou mais?  
 construção do território. ( ) observação dos nódulos em raízes leguminosas.  
( ) identificação de lixo no espaço escolar. ( ) a infiltração da água em solos diferentes. ( ) a interação dos diferentes tipos de solo no desenvolvimento das plantas.

3. Os conjuntos de atividades sugeridas pela professora contribuíram com seus conhecimentos sobre ciclos biogeoquímicos?  
 SIM ( ) NÃO

4. No que se refere à dinâmica das oficinas, em sua concepção:  
( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa  Ótima

5. As aulas e as oficinas pedagógicas melhoraram a sua compreensão sobre a temática "ciclos biogeoquímicos"?  
 SIM ( ) NÃO

Justifique sua resposta:  
porque me ajudou a entender mais sobre os ciclos da natureza, ciclos do carbono e ciclos do nitrogênio.

Questões sobre seus conhecimentos após a sua participação em todas as atividades práticas implementadas em sala de aula.

6. O que são ciclos biogeoquímicos?  
são os processos naturais que permitem a reciclagem dos elementos químicos essenciais e a reciclagem de elementos químicos essenciais (como carbono no carbono, oxigênio e água).

7. Marque o ciclo que você mais possui facilidade em compreender:  
( ) ciclo da água ( ) ciclo do carbono  ciclo do nitrogênio

8. Quais são as consequências das queimadas e do desmatamento para a floresta Amazônica e como essas ações antrópicas afetam os ciclos biogeoquímicos?  
causam perda de biodiversidade, desequilíbrio do meio, alteração do clima e isso afeta os ciclos biogeoquímicos.

9. Agora você sabe identificar a presença dos ciclos biogeoquímicos na floresta amazônica?  
 SIM ( ) NÃO  
Se sim, então descreva:  
o ciclo do carbono, o ciclo do oxigênio e o nitrogênio.

10. Como os rios voadores influenciam no clima e nas chuvas em diferentes regiões do Brasil?  
os rios voadores, formados pela evapotranspiração da floresta amazônica, ajudam a trazer umidade para outras regiões do Brasil e consequentemente ajudam a regular o clima.

11. Qual é a importância do ciclo da água para a floresta Amazônica?  
ajuda na regulação da temperatura, na absorção de nutrientes e na manutenção da vida na floresta amazônica.

12. Qual é a importância do ciclo do carbono para a floresta Amazônica?  
o ciclo do carbono é crucial para a floresta amazônica, pois os árvores capturam CO<sub>2</sub> da atmosfera durante a fotossíntese.

13. O que é fotossíntese?  
é o processo pelo qual as plantas utilizam a luz solar e a água para produzir glicose e liberar oxigênio.

14. O que são rios voadores?  
 correntes de ar que transportam vapor de água.  
b) rios que atravessam áreas montanhosas. c) formação de nuvens em regiões altas. d) curso d'água alimentados por geleiras.

Obrigada pela participação!

Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Em relação à concepção conceitual do aluno A27 ao definir que os CB “São processos naturais que ocorrem na natureza para garantir a reciclagem dos elementos químicos no meio ambiente”. Essa resposta dada pelo aluno evidenciou uma aprendizagem significativa em comparação com suas respostas iniciais, esse mesmo aluno havia demonstrado anteriormente um desempenho classificado como “insuficiente”, revelando dificuldades para explicar conceitos básicos. A formulação atual, entretanto, mostrou clareza e domínio do tema, resultado das aulas investigativas e das oficinas pedagógicas.

Quando questionado sobre a importância do ciclo do carbono para a floresta Amazônica sua resposta foi “O ciclo do carbono é crucial para a floresta, pois as árvores capturam CO<sub>2</sub> da atmosfera durante a fotossíntese”. Essa resposta demonstrou não apenas compreensão do papel do carbono no equilíbrio ambiental, mas também a capacidade de contextualizar o conteúdo teórico com o contexto amazônico, algo que não havia sido identificado em suas produções iniciais.

Esse progresso evidencia que a proposta didática contribuiu para o fortalecimento de conceitos e para a construção da aprendizagem de forma contextualizada e mais

complexa entre teoria e ambiente, confirmando eficácia da proposta didática utilizada. Na figura 62, está o registro do questionário respondido pelo A27.

Figura 62: Resposta do questionário final do A27.

The image shows two pages of a questionnaire. The left page is the front side, and the right page is the back side with handwritten answers.

**Page 1 (Left):**

- Logo of PPGET (Programa de Pós-Graduação em Química) and a university emblem.
- Project title: "CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA: PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA"
- Section: "QUESTIONÁRIO PÓS IMPLEMENTAÇÃO"
- Name: [Redacted]
- Question 1: "Você gostou das atividades sugeridas?" Answer: (x) SIM ( ) NÃO
- Question 2: "Qual das oficinas você gostou mais?" Answer: (x) construção do território. ( ) observação dos nódulos em raízes leguminosas. ( ) identificação da litreiras no espaço escolar. (x) a infiltração da água em solos diferentes. ( ) a interação dos diferentes tipos de solo no desenvolvimentos das plantas.
- Question 3: "Os conjuntos de atividades sugeridas pela professora contribuíram com seus conhecimentos sobre ciclos biogeoquímicos?" Answer: (x) SIM ( ) NÃO
- Question 4: "No que se refere à dinâmica das oficinas, em sua concepção:" Answer: ( ) Ruim ( ) Regular (x) Boa ( ) Ótima
- Question 5: "As aulas e as oficinas pedagógicas melhoraram a sua compreensão sobre a temática 'ciclos biogeoquímicos'?" Answer: (x) SIM ( ) NÃO
- Justification: "Sim, porque com as práticas como essas eu consigo compreender melhor."
- Question 6: "O que são ciclos biogeoquímicos?"

**Page 2 (Right):**

- Question 7: "Marque o ciclo que você mais possui facilidade em compreender:" Answer: (x) ciclo da água ( ) ciclo do carbono ( ) ciclo do nitrogênio
- Question 8: "Quais são as consequências das queimadas e do desmatamento para a floresta Amazônica e como essas ações antrópicas afetam os ciclos biogeoquímicos?" Answer: "Aumento da temperatura, diminuição da umidade, alteração na composição do solo, etc."
- Question 9: "Agora você sabe identificar a presença dos ciclos biogeoquímicos na floresta amazônica?" Answer: (x) SIM ( ) NÃO. Se sim, então descreva: "Sim, através da observação das plantas, dos solos, etc."
- Question 10: "Como os rios voadores influenciam no clima e nas chuvas em diferentes regiões do Brasil?" Answer: "São responsáveis por trazer água para as regiões mais secas, ajudando na formação das nuvens e na precipitação."
- Question 11: "Qual é a importância do ciclo da água para a floresta Amazônica?" Answer: "É fundamental para a manutenção da vida, pois a água é transportada para as folhas e usada na fotossíntese e na transpiração."
- Question 12: "Qual é a importância do ciclo do carbono para a floresta Amazônica?" Answer: "A floresta atua como um sumidouro de carbono, ajudando a reduzir o efeito estufa e a manter o equilíbrio climático."
- Question 13: "O que é fotossíntese?" Answer: "É o processo pelo qual as plantas convertem luz solar em energia química, liberando oxigênio e absorvendo dióxido de carbono."
- Question 14: "O que são Rios Voadores?" Answer: "a) formação de nuvens em regiões afastadas. b) rios que atravessam áreas montanhosas. c) formação de nuvens em regiões afastadas. d) curso d'água alimentados por geleiras."
- Thank you note: "Obrigada pela participação!"

Fonte: Acervo da pesquisa, 2024.

Dessa forma, os resultados obtidos evidenciaram que a proposta didática alcançou seu objetivo pedagógico pretendido, promovendo não apenas o domínio conceitual dos conteúdos relacionados ao contexto amazônico, mas também o desenvolvimento de competências colaborativas e reflexivas essenciais para a formação cidadã. As metodologias ativas como a ABP posiciona o aluno no centro do processo de ensino-aprendizagem, valorizando suas experiências, opiniões e contribuições para a construção coletiva do conhecimento, além de favorecerem a comunicação, o trabalho em equipe, a liderança, o respeito aos colegas e a capacidade de avaliação crítica (Luchesi; Lara, 2022).

Por fim, o conjunto de atividades desenvolvidas ao longo das fases da ABP resultou na produção de um produto educacional que buscou aproximar os alunos aos contextos amazônicos, envolvendo assuntos relacionados aos CB. Esse produto, caracterizado como guia didático, propõe uma abordagem dinâmica e interativa, oferecendo suporte ao professor no desenvolvimento de aulas mais contextualizadas e significativas sobre a temática.

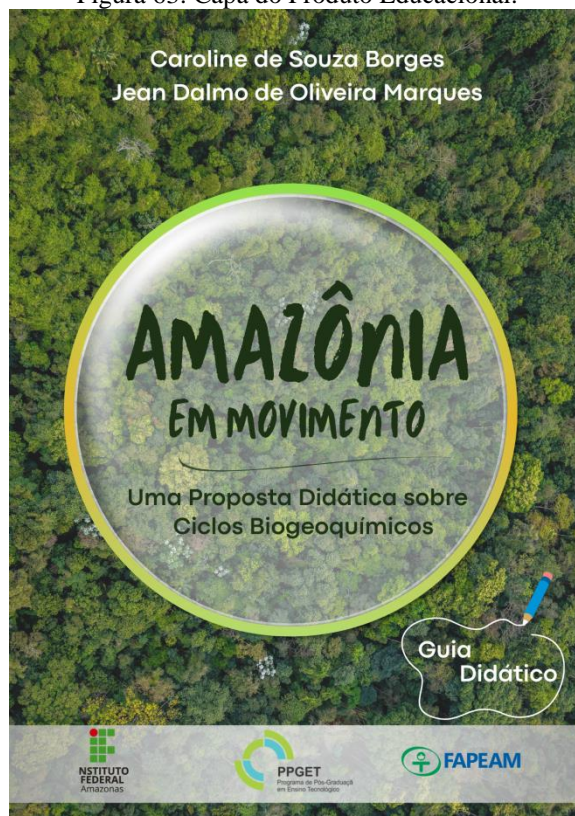
## CAPÍTULO 4 – PRODUTO EDUCACIONAL

Este capítulo tem como finalidade apresentar o produto educacional produzido a partir desta pesquisa, descrevendo de forma detalhada sua estrutura, organização e princípios que nortearam sua elaboração.

### 4.1 Amazônia em Movimento: Uma proposta Didática sobre Ciclos Biogeoquímicos

O Produto Educacional intitulado “Amazônia em Movimento: Uma Proposta Didática sobre Ciclos Biogeoquímicos” (Figura 63) foi desenvolvido a partir do trabalho de dissertação “Ciclo Biogeoquímico e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de Química”. O produto trata-se de um guia didático cuja intencionalidade é orientar professores do EM durante suas aulas sobre ciclos biogeoquímicos, a partir de uma proposta didática contextualizada e articulada com a realidade amazônica, para ajudar na compreensão dos alunos sobre o tema. O material está organizado em três seções que dialogam entre si e guiam o professor desde a compreensão teórica da metodologia adotada até a execução prática das atividades propostas.

Figura 63: Capa do Produto Educacional.



Fonte: Elaborado própria, 2025.

A primeira seção apresenta ao professor um panorama geral da ABP, explicando sua origem, características e fundamentos pedagógicos. O texto contextualiza historicamente o método, sua origem na área da saúde e sua expansão para diferentes níveis de ensino, incluindo a educação básica. Além disso, a seção descreve de maneira acessível as quatro fases da ABP e que elas podem ser adaptadas pelo professor conforme a realidade escolar.

Na segunda seção do produto está o detalhamento da proposta, sendo fundamentada pelos documentos norteadores como a BNCC e pelo RCA tendo como foco a habilidade EM13CNT105, que solicita que o aluno analise os ciclos biogeoquímicos e compreenda os efeitos da interferência humana nesses processos, além da contextualização amazônica como eixo estruturante da proposta.

A Amazônia desempenha um papel crucial nos ciclos da água, do carbono e do nitrogênio, por ser uma das principais reguladoras climáticas do clima, dessa forma estudar os ciclos biogeoquímicos a partir dessa realidade torna o conteúdo mais significativo para os alunos, permitindo que eles percebam os fenômenos globais e relacionem diretamente com seu cotidiano.

A terceira seção está voltada para parte prática da proposta didática, detalhando o passo a passo da implementação da ABP em sala de aula, sendo apresentadas as quatro fases da metodologia que incluem oficinas pedagógicas, sugestões de questões, estratégias de pesquisa e orientações para avaliação.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos ao longo do desenvolvimento das fases da ABP demonstraram que a proposta didática foi eficaz para promover a compreensão significativa nos alunos de forma contextualizada, especialmente no contexto territorial amazônico, envolvendo processos naturais e exemplos de ações antrópicas característicos da região.

Ao longo do processo investigativo das questões-problemas, foi possível avaliar as contribuições articuladas entre as aulas teóricas e das atividades práticas sobre o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio. Podendo notar o avanço gradativo dos alunos, o domínio conceitual, a ampliação do repertório científico, além do desenvolvimento de competências investigativas, colaborativas e reflexivas.

Os alunos passaram a identificar os CB como processos fundamentais para a manutenção da vida no planeta, compreendendo que a Amazônia desempenha um papel central nesse equilíbrio por meio da regulação climática, da reciclagem de nutrientes e da preservação da biodiversidade. A partir desta proposta didática foi possível promover a relação entre teoria e prática, demonstrando para os alunos a interdependência entre o funcionamento dos ciclos com o bem estar dos seres humanos.

As oficinas pedagógicas contribuíram significativamente para a ampliação dos conhecimentos dos alunos sobre a temática, oferecendo uma abordagem prática e contextualizada. Os dados indicaram que os alunos participaram ativamente e se sentiram mais atraídos pelo tema, além de estarem mais críticos para abordar de forma contextualizada como os processos naturais e às ações antrópicas características da região amazônica, podem influenciar os CB.

O percurso metodológico adotado favoreceu a articulação entre o conhecimento científico, a realidade local e a responsabilidade socioambiental, contribuindo para a formação de alunos mais preparados para compreender e atuar diante dos desafios ambientais. Assim, a proposta didática reforçou a importância da conservação da Amazônia e do uso sustentável de seus recursos, reconhecendo que sua preservação não beneficia apenas a região, mas todo o planeta.

Além disso, com base na proposta didática desenvolvida criou-se um produto educacional, caracterizado como guia didático. O guia se chama “Amazônia em Movimento: Uma proposta Didática sobre Ciclos Biogeoquímicos”.

O material é destinado para professores que desejam trabalhar com o tema CB em sala de aula de forma prática e contextualizada com a realidade amazônica, utilizando as fases da ABP como eixo estruturante, fases estas que podem ser adaptadas de acordo com as necessidades pedagógicas de cada professor. O material sugere oficinas pedagógicas com materiais de baixo custo e facilmente acessíveis, além de sugestões de questões, estratégias de pesquisa e orientações para avaliar o aluno.

Por fim, ressaltamos que esta proposta didática não é o único caminho a ser seguido por professores e alunos. Mas, um instrumento capaz de estimular o pensamento crítico e reflexivo como forma de melhorar a prática docente, aprimorando o percurso aqui percorrido sobre propostas de atividades práticas voltadas para os CB e a Amazônia no ensino de química.

## REFERÊNCIAS

ADUAN, R. E.; VIELA, M. F. et al. Os grandes ciclos biogeoquímicos no planeta. **Embrapa Cerrados**: ISSN 1517-511. Planaltina-DF, 2004.

Agência Brasil. ONU alerta que alterações climáticas estão fora de controle. **Empresa Brasil de Comunicação (EBC)**, 2023. Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/internacional/noticia/2023-07/onu-alerta-que-alteracoes-climaticas-estao-fora-de-controle>. Acesso em: 25 set. 2025.

AMAZONAS. Secretaria de Educação do Amazonas. **Referencial Curricular Amazonense (RCA) – Ensino Médio**. Componente Curricular Química - p.175. 2020. Disponível em: <https://anec.org.br/wp-content/uploads/2021/05/RCA-Ensino-Medio.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023.

AMBRIZZI, T.; ARAÚJO, M. Base Científica das Mudanças Climáticas. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (P BMC). **Primeiro Relatório da Avaliação Nacional sobre Mudanças Climáticas**. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro - RJ, 2014. Disponível em: [https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1\\_completo\\_vol1.pdf](https://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/RAN1_completo_vol1.pdf). Acesso em: 03 out. 2023.

ANDRADE, A. O. Análise dos impactos socioambientais na Bacia do Quarenta – Manaus/AM. **Dissertação**. Universidade Federal do Amazonas – UFAM. Manaus, 2023. Disponível em: [https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/9489/15/DISS\\_AndreiaAndrade\\_PPGGEOG.pdf](https://tede.ufam.edu.br/bitstream/tede/9489/15/DISS_AndreiaAndrade_PPGGEOG.pdf). Acesso em: 10 mai. 2025.

ASSIS, L. M. E. Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. **Editora Papirus**. Volume 29, n. 51, p. 428-434. Rio Claro - SP, 2015.

AUSUBEL, D. P. Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva. **Paralelo Editora**. Lisboa: Plátano, 2003. Disponível em: [https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos-acad/forum/X\\_Forum/livroAusubel.2000\\_Aquisicao\\_e\\_retencao\\_de\\_conhecimentos.pdf](https://www.mackenzie.br/fileadmin/ARQUIVOS/Public/1-mackenzie/universidade/pro-reitoria/graduacao-assuntos-acad/forum/X_Forum/livroAusubel.2000_Aquisicao_e_retencao_de_conhecimentos.pdf). Acesso em: 23 nov. 2025.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na Educação Profissional e Tecnológica. **B. Tec. Senac**, v. 39, n. 2, p. 48-67, 2013.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Tradução Luís A. Reto, Augusto Pinheiro. - - São Paulo: Edições 70, 2016. Disponível em: <https://madmunifacs.files.wordpress.com/2016/08/anc3a1lise-de-contec3bado-laurence-bardin.pdf>. Acesso em: 10 jul. 2025.

BARRETT, T.; MOORE, S. M. **New approaches to problem-based learning**. New York: Routledge, 2011. Disponível em: <https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt>

BR&as\_sdt=0%2C5&q=BARRETT%2C+T.%3B+MOORE%2C+S.+New+Approaches+to+P  
roblem-  
Based+Learning.+Revitalising+your+practice+in+higher+education.+New+York%3A+Routl  
edge%2C+2011.&btnG= .Acesso em: 11 mai. 2024.

BARRETT, T.; MOORE,S. New Approaches to Problem-Based Learning: Revitalising Your Practice in Higher Education. **Routledge**. Nova York, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/676720840/Terry-Barrett-Sarah-Moore-New-Approaches-to-Problem-based-Learning-Revitalising-Your-Practice-in-Higher-Education-Routledge-2011>. Acesso em: 02 out. 2025.

BARROWS, H. S. A taxonomy of problem-based learning methods. **Medical Education**, v.20, p. 481-486, 1986. Disponível em: [https://vle.upm.edu.ph/pluginfile.php/155727/mod\\_folder/content/0/PBL%20Barrows.pdf](https://vle.upm.edu.ph/pluginfile.php/155727/mod_folder/content/0/PBL%20Barrows.pdf). Acesso em: 04 mai. 2024.

BATISTA, M. B. O. O Vídeo como Ferramenta Didática para o Ensino de Ecologia. 2013. 18 p. **TCC - Trabalho de Conclusão de Curso**. Universidade de Brasília, Brasília, DF, 2013. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5893/1/2013\\_MarceloBorgesDeOliveiraBatista.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/5893/1/2013_MarceloBorgesDeOliveiraBatista.pdf). Acesso em: 20 ago. 2025.

BOEHM, C. Captura de carbono na Amazônia está em risco, diz estudo. **Agência Brasil**. 2025. Disponível em: <https://agenciabrasil.etc.com.br/meio-ambiente/noticia/2025-10/captura-de-carbono-na-amazonia-esta-em-risco-diz-estudo>. Acesso em: 23 nov. 2025.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução à teoria e aos métodos**. Portugal: Porto Editora, 1994. Disponível em: [https://www.academia.edu/6674293/Bogdan\\_Biklen\\_investigacao\\_qualitativa\\_em\\_educacao](https://www.academia.edu/6674293/Bogdan_Biklen_investigacao_qualitativa_em_educacao). Acesso em: 10 out. 2023.

BORGES, C. S. Diário de bordo: a importância da escrita científica dos alunos sobre os experimentos. **Monografia**. Licenciatura em Química – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, Campus Manaus Centro, Manaus, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/691>. Acesso em: 25 set. 2025.

BORGES, C. S.; SILVA, P. C. R. et al. Análise do conteúdo Ciclos Biogeoquímicos nos livros didáticos da Área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. **Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação - REASE**. São Paulo, v. 11, n. 3, mar. 2025. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/18364/10667>. Acesso em: 09 ago. 2025.

BOROCHOVICIUS, E.; TASSONI, E. C. M. Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma experiência no ensino fundamental. **Educação em Revista**. Vol. 37. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/351312620\\_APRENDIZAGEM\\_BASEADA\\_EM\\_PROBLEMAS\\_UMA\\_EXPERIENCIA\\_NO\\_ENSINO\\_FUNDAMENTAL](https://www.researchgate.net/publication/351312620_APRENDIZAGEM_BASEADA_EM_PROBLEMAS_UMA_EXPERIENCIA_NO_ENSINO_FUNDAMENTAL). Acesso em: 22 jun. 2025.

BORUCHOVITCH, E. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional. **Psicologia Reflexão e Crítica**. ISSN 0102-7972. Vol. 12, nº 002. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/26362124\\_Estrategias\\_de\\_aprendizagem\\_e\\_desempenho\\_escolar\\_consideracoes\\_para\\_a\\_pratica\\_educacional](https://www.researchgate.net/publication/26362124_Estrategias_de_aprendizagem_e_desempenho_escolar_consideracoes_para_a_pratica_educacional). Acesso em: 11 jun. 2025.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN+ Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEB, 2002. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/CienciasNatureza.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2024.

BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular - BNCC**. Brasília: MEC, 2018.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Lei de**

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais – PCN: ensino médio**. Brasília: MEC. 2000. Disponível em: <https://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2025.

BRINGEL, S. R. B.; GUTIERREZ, D. M. D. Águas da Amazônia: natureza e desafios contemporâneos. **Editora INPA**. Manaus, 2024. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/383086898\\_Aguas\\_da\\_Amazonia\\_natureza\\_e\\_desafios\\_contemporaneos](https://www.researchgate.net/publication/383086898_Aguas_da_Amazonia_natureza_e_desafios_contemporaneos). Acesso em: 28 set. 2025.

BRUYNE, P.; HERMAN, L.; MARC, S. Dinâmica da pesquisa em ciências sociais: os pólos da prática metodológica, por Paul de Bruyne e colaboradores. Tradução de Ruth Joffily, prefácio de Jean Ladrière. 3ª edição. **Editora Francisco Alves**. Rio de Janeiro, 1997.

BUDD, J. W. Mind maps as classroom exercises. **Journal of Economic Education**, New York, v. 35, n. 1, p. 35-46, mar. 2003.

BUFREM, L.; SAKAKIMA, A. M. O ensino, a pesquisa e a aprendizagem baseada em problemas. **TransInformação**, v. 15, p. 351-361, 2003. Disponível em: <https://periodicos.puc-campinas.edu.br/transinfo/article/view/6412>. Acesso em: 10 mai. 2024.

CARDUCCI, B. J. Vencendo a timidez: como ajudar seu filho a ser afetuoso, extrovertido e se divertir muito. São Paulo, SP: **M. Books**, 2012.

CAMPOS, A. A.; CARVALHO, A. T. et al. A construção de cartazes como Objetos de Aprendizagem no ensino de química. **XXI ENEQ**. Uberlândia-MG, 2023. Acesso em: <https://www.even3.com.br/anais/xxieneq2022/539423-a-construcao-de-cartazes-como-objetos-de-aprendizagem-no-ensino-de-quimica/>. Acesso em: 10 nov. 2025.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L. et al. Estudo da Temperatura do Solo em Dois Biomas Florestais nos Períodos, Chuvoso e Seco (Study of Soil Temperature in Two Forest Biomes in the Periods, Rainy and Dry). **Revista Brasileira de Geografia Física**, [S. l.], v. 6,

n. 4, p. 1009–1022, 2013. DOI: 10.26848/rbgf.v6i4.233092. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/233092>. Acesso em: 10 maio. 2024.

CARRERO, G. C.; ALVES, C. S. Queimadas e incêndios na Amazônia: impactos ambientais e socioeconômicos, prevenção e combate. **Gestão e Governança local para a Amazônia Sustentável – Notas Técnicas**. Rio de Janeiro: IBAM, 2016.

CAVALCANTI, E.; FILHO, S. Impactos Ambientais na Bacia Hidrográfica Amazônica. **Seminário Internacional Clima, Recurso Hídrico e Planejamento - SINCREP**. 2024. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/bitstream/riufcg/42340/1/IMPACTOS%20AMBIENTAIS%20NA%20BACIA%20-%20PALESTRA%20SINCREP%20UFCG%202024.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2025.

CENCI, D. R.; LORENZO, C. A MUDANÇA CLIMÁTICA E O IMPACTO NA PRODUÇÃO DE ALIMENTOS: Alguns Elementos de Análise da Realidade Brasileira e Argentina. **Revista Direito Em Debate**. Editora Unijuí, nº53 – jul./ dez. 2020. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/revistadireitoemdebate/article/view/11446>. Acesso em: 04 mai. 2024.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P. et al. A técnica do questionário na pesquisa educacional. **Evidência: Araxá**, v. 7, n. 7, p. 251-266, 2011. Disponível em: [http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia\\_artigos/pesquisa\\_social.pdf](http://www.educadores.diaadia.pr.gov.br/arquivos/File/maio2013/sociologia_artigos/pesquisa_social.pdf). Acesso em: 9 maio. 2024.

CLARK, O. A. C; CASTRO, A. A. A pesquisa. **Pesqui Odontol Bras**, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/pob/a/Y7Zwy8rNNVf6TS6Sv78v6SN/>. Acesso em: 03 out. 2023.

CLARKE, B.; BARNES, C. et al. Climate change, not El Niño, main driver of exceptional drought in highly vulnerable Amazon River Basin. **Scientific Report – Amazon Drought**, 2024. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/documentos/climate-change-not-el-nino-main-driver-extreme-drought-highly-vulnerable-amazon>. Acesso em: 10 mai. 2024.

**CNN Brasil**. Amazônia pode perder capacidade de absorver carbono. 2025. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=63pvYAc9sdc&t=6s>. Acesso em: 09 nov. 2025.

COELHO, C. P.; SOARES, R. G. et al. Utilização de rubricas na avaliação da aprendizagem: percepção de professores (as) da Educação Básica. **Revista Ensino & Pesquisa**. Vol. 21, nº 2, p.66-81. União da Vitória, 2023.

COSTA, F. S. M.; MIRANDA, A. F. et al., Utilização de mapas mentais e conceituais como ferramenta de aprendizagem significativa para o ensino de citologia. **Brazilian Journal of Development**. Vol.8, n.4, p.23443-23461. Curitiba, 2022. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/46167/pdf>. Acesso em: 30 set. 2025.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. Tradução –Magda Lopes ; Consultoria, supervisão e revisão técnica desta edição - Dirceu da Silva. Edição 3ª, - Porto Alegre: Artmed, 2010. Disponível em: [https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/4226272/mod\\_resource/content/2/Creswell-parte%201.pdf](https://moodle.ufsc.br/pluginfile.php/4226272/mod_resource/content/2/Creswell-parte%201.pdf). Acesso em: 03 out. 2023.

DELL'ISOLA, A. **Mentes Geniais. Universidade dos Livros**. 2012. Disponível em: <https://atualiza.aciaraxa.com.br/ADMArquivo/arquivos/arquivo/Mentes%20Geniais%20-%20Alberto%20Dellisola.pdf>. Acesso em: 30 set. 2025.

DEMBO, M. H. **Applying educational psychology**. 5ª edição. New York: Longman, 1994.

DÍAZ, F. O processo de aprendizagem e seus transtornos. **Editores EDUFBA**. Salvador, BA, 2011.

**Diretrizes e Bases**. Brasília, DF, 1996.

**Educação em Ciências**. Vol. 25. Belo Horizonte, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/jKNBLbYQjftM8CjjsPZXr/?format=pdf&lang=pt> Acesso em: 17 set. 2025.

Escola Estadual Manuel Rodrigues de Souza. **Projeto Político Pedagógico – PPP**. Manaus, 2022.

EXPEDIÇÃO RIOS VOADORES. **Fenômeno dos Rios Voadores**, 2015. Disponível em: <https://riosvoadores.com.br/o-projeto/fenomeno-dos-rios-voadores/#>. Acesso em: 03 out. 2023.

FAPESP. Torre Alta da Amazônia revela relações da floresta com clima global. **Inovação tecnológica – Agência Fapesp**, 2019. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=torre-alta-amazonia-revela-relacoes-floresta-clima-global&id=010175190129#:~:text=Torre%20Alta%20da%20Amaz%C3%B4nia%20revela%20rela%C3%A7%C3%B5es%20da%20floresta%20com%20clima%20global,-Com%20informa%C3%A7%C3%B5es%20da&text=Com%20325%20metros%20de%20altura,import%C3%A2ncia%20da%20Amaz%C3%B4nia%20no%20mundo>. Acesso em: 03 out. 2023.

FEARNSIDE, P. M. As mudanças Climáticas Globais e a Floresta Amazônica. **Dimensão Ecológica**. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA), Manaus, 2008. Disponível em: [https://philip.inpa.gov.br/publ\\_livres/2008/Biol&MCs-DimECO-Cap-08-Vale.pdf](https://philip.inpa.gov.br/publ_livres/2008/Biol&MCs-DimECO-Cap-08-Vale.pdf). Acesso em: 04 mai. 2024.

FERREIRA, M. L.; ZABOTTO, A. *et al.* Verde Urbano. **UNASPRESS**. 2021. Disponível em: [https://digital.unaspres.com.br/wp-content/uploads/2021/09/VERDE\\_URBANO\\_FINAL.pdf](https://digital.unaspres.com.br/wp-content/uploads/2021/09/VERDE_URBANO_FINAL.pdf). Acesso em: 02 out. 2025.

FRANCO, M. A. M. Mudanças climáticas e os desafios enfrentados pela Amazônia. **Cadernos de Astronomia** – Vol. 6, nº1, p.11-22. 2025. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/390466859\\_Mudancas\\_climaticas\\_e\\_os\\_desafios\\_e\\_nfrentados\\_pela\\_Amazonia](https://www.researchgate.net/publication/390466859_Mudancas_climaticas_e_os_desafios_e_nfrentados_pela_Amazonia). Acesso em: 30 set. 2025.

FRARE, J. C. V.; MARTINS, G. C. et al. Bioeconomia na Amazônia: importância da matéria orgânica do solo para a manutenção dos sistemas produtivos. **Research, Society and Development**, v. 12, n. 2, e28512240261, 2023.

FREITAS, S. R.; LONGO, K. M. et al. Emissões de queimadas em ecossistemas da América do Sul. Dossiê Amazônia Brasileira I - **Estudos Avançados** 19 (53), 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ea/a/ZfsSpwwxFSnvnwFGWPbswTP/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GALIAN, C. V. A.; PIETRI, E. et al. Modelos de professor e aluno sustentados em documentos oficiais: dos PCNs à BNCC. **Educação em revista** – vol. 37. Belo Horizonte, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/edur/a/TfShpFyDpxkCHyJ8hwwVBbQ/>. Acesso em: 03 mai. 2024.

GAMA, G. Danos à Amazônia podem se tornar irreversíveis até 2050, alerta estudo. **CNN – Brasil**, 2024. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/nacional/danos-a-amazonia-podem-se-tornar-irreversiveis-ate-2050-alerta-estudo/>. Acesso em: 10 mai. 2024.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. – 4. ed. Atlas. São Paulo, 2002. Disponível em: [https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo\\_C1\\_como\\_elaborar\\_projeto\\_de\\_pesquisa\\_-\\_antonio\\_carlos\\_gil.pdf](https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/150/o/Anexo_C1_como_elaborar_projeto_de_pesquisa_-_antonio_carlos_gil.pdf). Acesso em: 03 out. 2023.

GODOY, L. P.; AGNOLO, R. M. D. et al. Multiverso: ciências da natureza: matéria, energia e a vida – ensino médio. **Editores FTD**, 1ª edição – São Paulo, 2020.

GOMES, O. C.; HIGUCHI, M. I. G. A Base Nacional Curricular Comum e a formação continuada de professores sobre a floresta amazônica: o que ainda temos que discutir?. **Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico – EDUCITEC**. Volume 6, e108420, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/343359059\\_A\\_Base\\_Nacional\\_Curricular\\_Comum\\_e\\_a\\_formacao\\_continuada\\_de\\_professores\\_sobre\\_a\\_floresta\\_amazonica\\_o\\_que\\_ainda\\_temos\\_que\\_discutir](https://www.researchgate.net/publication/343359059_A_Base_Nacional_Curricular_Comum_e_a_formacao_continuada_de_professores_sobre_a_floresta_amazonica_o_que_ainda_temos_que_discutir). Acesso em: 17 set. 2025.

GOMES, A. C.; BARRÉRE, E. Planejamento da prática pedagógica utilizando o vídeo como recurso didático no ensino de matemática. **Revista BOEM**, Florianópolis, v. 12, n. 22, p. e0113, 2024. Disponível em: <https://www.revistas.udesc.br/index.php/boem/article/view/2357724X12222024e0113>. Acesso em: 17 abr. 2025.

GUEDES, E. B.; GABRIEL, J. M. et al. Os ciclos biogeoquímicos: transposição didática por meio de um jogo de tabuleiro. **Brazilian Journal of Development** - v.7, nº2, p. 14726-1474. Curitiba, 2021.

KALIL, P.; BOJARCZUK, T. *Árvore, Ser Tecnológico*. **Facebook**, 2017. Disponível em: [https://www.facebook.com/arvoresertecnologico/about\\_privacy\\_and\\_legal\\_info](https://www.facebook.com/arvoresertecnologico/about_privacy_and_legal_info). Acesso em: 11 mai. 2024.

KENSKI, V. M. **Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação**. Papirus, Campinas, 2007.

LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior – RIESup**. Vol. 4, nº3, p.580-609. Campinas-SP, 2018. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/riesup/article/view/8652160/18084>. Acesso em: 20 ago. 2025.

LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Revista Scientia Naturalis**. Volume 1, n. 3, p. 326-340. Rio Branco, 2019. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/333516182\\_Tecnologias\\_no\\_ensino\\_de\\_quimica\\_passado\\_presente\\_e\\_futuro](https://www.researchgate.net/publication/333516182_Tecnologias_no_ensino_de_quimica_passado_presente_e_futuro). Acesso em: 20 ago. 2025.

LEITE, L.; AFONSO, A. S. Aprendizagem baseada na resolução de problemas. Características, organização e supervisão. **XIV Congresso de Enciga**. Boletim das Ciências - p. 253-260, 2001. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49623359/boletim48\\_41-libre.pdf?1476553145=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DXIV\\_Congresso\\_de\\_Enciga\\_XIV\\_Congresso\\_de\\_E.pdf&Expires=1715649441&Signature=BLQ5tLQzsJQG96BsDgEGiI-YeTBRSoeDLq881FaqCbeiasmMQwJxstH-AemP~wfSdq~k5qalKDTz6dirT~viTk2fL008UhpErN930HA9HHHERDFLUTiMqaavBOWSUdluNaVcItelMILwpJLQzCMQ8qn6o~nIUgtghT0esQQs9mKGoR-ZR~uCfh2wQUsrycY0MKnmq5cb5u3aiP8LgNIOxXKOF6K57-84Hj0EHOjtkxxnzKODnYEp41n2TGQjhc~Be-SU3VI6~PaUR3QhgBiA4V7DD9Gna6Ms0VCVt7kXge-HOG1EkjH0HP4dGZueizO1q2mCjCP9o1YnsiqVYgpKw\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/49623359/boletim48_41-libre.pdf?1476553145=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DXIV_Congresso_de_Enciga_XIV_Congresso_de_E.pdf&Expires=1715649441&Signature=BLQ5tLQzsJQG96BsDgEGiI-YeTBRSoeDLq881FaqCbeiasmMQwJxstH-AemP~wfSdq~k5qalKDTz6dirT~viTk2fL008UhpErN930HA9HHHERDFLUTiMqaavBOWSUdluNaVcItelMILwpJLQzCMQ8qn6o~nIUgtghT0esQQs9mKGoR-ZR~uCfh2wQUsrycY0MKnmq5cb5u3aiP8LgNIOxXKOF6K57-84Hj0EHOjtkxxnzKODnYEp41n2TGQjhc~Be-SU3VI6~PaUR3QhgBiA4V7DD9Gna6Ms0VCVt7kXge-HOG1EkjH0HP4dGZueizO1q2mCjCP9o1YnsiqVYgpKw__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em: 10 mai. 2024.

LEITE, L.; ESTEVES, E. **Ensino orientado para aprendizagem baseada na resolução de problemas na Licenciatura em Ensino de Física e Química**. 2005. Disponível em: <https://repositorium.uminho.pt/server/api/core/bitstreams/ea06cb2e-bbd5-465e-a727-6b1c99a9af08/content>. Acesso em: 10 mai. 2024.

LIBÂNEO, J. C. Organização e gestão escolar: teoria e prática. **Editora Alternativa**. Goiânia, 1993. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/342208816/LIBANEO-Jose-Carlos-Organizacao-e-Gestao-da-Escola-Teoria-e-Pratica-pdf>. Acesso em: 29 jun. 2025

LOPES, R. M.; FILHO, M. V. S. et al. Aprendizagem Baseada em Problemas: Uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**. Vol, 34. nº 7, pp. 1275-1280, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/34bCNqzCmYmJ89w9kkdvNZr/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 03 out. 2023.

LOPES, S.; ROSSO, S. Ciências da natureza Lopes & Rosso. Água, agricultura e Uso da terra. **Editora Moderna**. 1º edição, São Paulo, 2020.

LUCHESE, B. M.; LARA, E. M. O. et al. Guia Prático de introdução às metodologias ativas de aprendizagem. **Editora UFMS**. Campo Grande – MS, 2022. Disponível em: <https://repositorio.ufms.br/bitstream/123456789/4667/6/4%20-%20GUIA%20PR%C3%81TICO%20DE%20INTRODU%C3%87%C3%83O%20C3%80S%20METODOLOGIAS%20ATIVAS%20DE%20APRENDIZAGEM.pdf>. Acesso em: 24 nov. 2025.

LUIZÃO, F. J. Ciclos de Nutrientes na Amazônia: respostas às mudanças ambientais e climáticas. **Artigo - m u d a n ç a s c l i m á t i c a s . Ciência e Cultura** - vol.59, nº3 -São Paulo. p. 31-36, 2007. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252007000300014](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252007000300014). Acesso em: 03 out. 2023.

LUIZÃO, F. J.; CORAL, S. T. et al. Ciclos Biogeoquímicos em Agroflorestas na Amazônia. *Biologia, Ecologia e Serviços Ambientais*, p. 87-100. **Embrapa**, 2006. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/679162/ciclos-biogeoquimicos-em-agroflorestas-na-amazonia>. Acesso em: 03 out. 2023.

MALHI, Y.; MELACK, J. et al. Ciclos Biogeoquímicos da Amazônia. **The Amazon We Want**. Relatório de Avaliação da Amazônia. 2021. Disponível em: [https://por-ar21.sp-amazon.org/211112%20AR21%20Chapter%2006%20\(Portuguese\).pdf](https://por-ar21.sp-amazon.org/211112%20AR21%20Chapter%2006%20(Portuguese).pdf). Acesso em: 24 nov. 2025.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o ensino de química: Oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista Em Extensão**, v. 7, n. 1, 2008. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/revextensao/article/view/20391/10861#:~:text=EM%20EXTENS%C3%83O%2C%20Uberl%C3%A2ndia%2C%20V.%207%2C%202008.67PROPOSI%C3%87%C3%95ES%20METODOL%C3%93GICAS,ofscientific%20knowledge%20and%20the%20development%20of%20citizenship>. Acesso em: 15 ago. 2024.

MARENGO, J.; ESPINOZA, J. C. et al. Chapter 22: Long-term variability, extremes, and changes in temperature and hydro meteorology. **THE AMAZON WE WANT: Science Panel for the Amazon**, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/360568647\\_Chapter\\_22\\_Long-term\\_variability\\_extremes\\_and\\_changes\\_in\\_temperature\\_and\\_hydro\\_meteorology](https://www.researchgate.net/publication/360568647_Chapter_22_Long-term_variability_extremes_and_changes_in_temperature_and_hydro_meteorology). Acesso em: 10 mai. 2024.

MARTINELLI, L. A.; OMETTO, J. P. H. B. et al. Ciclos Biogeoquímicos e Mudanças Climáticas – Bases científicas das mudanças climáticas. **Primeiro Relatório de Avaliação Nacional**. Capítulo 5, vol. 1. 2014. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/327120762\\_CAPITULO\\_5\\_-\\_CICLOS\\_BIOGEOQUIMICOS\\_E\\_MUDANCAS\\_CLIMATICAS\\_-\\_Base\\_cientifica\\_das\\_mudancas\\_climaticas\\_Volume\\_1\\_-\\_Primeiro\\_relatorio\\_de\\_avaliacao\\_nacional\\_RAN1](https://www.researchgate.net/publication/327120762_CAPITULO_5_-_CICLOS_BIOGEOQUIMICOS_E_MUDANCAS_CLIMATICAS_-_Base_cientifica_das_mudancas_climaticas_Volume_1_-_Primeiro_relatorio_de_avaliacao_nacional_RAN1). Acesso em: 09 jun. 2025.

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. P. et al. Ciclos Globais de Carbono, Nitrogênio e Enxofre. **Química Nova na Escola**, 2003. Disponível em: [https://zeus.qui.ufmg.br/~qgeral/downloads/material/quimica\\_da\\_atmosfera.pdf](https://zeus.qui.ufmg.br/~qgeral/downloads/material/quimica_da_atmosfera.pdf). Acesso em: 03 out. 2023.

MARTINS, C. R.; PEREIRA, P. A. P. et al. Ciclos Globais de carbono, nitrogênio e enxofre: a importância na Química da Atmosfera. **Química nova**. 2003.

MARTINS, G. A.; INÁCIO, I. A. Utilização de Mapa Mental como recurso didático em aulas remotas. **Residência Pedagógica**. Instituto Federal Sul de Minas Gerais, 2021. Disponível em: <https://educacaoemfoco.ifsuldeminas.edu.br/index.php/anais/article/view/112>. Acesso em: 01 out. 2025.

MENDONÇA, A. P.; COELHO, I. M. W. Rubrica e suas contribuições para avaliação de desempenho de estudantes. Capítulo IX. Organizadores: Ana C. Ribeiro, Rosa O. M. Azevedo et al. **Formação de Professores e Estratégias de Ensino: perspectivas teórico-práticas**, 2021. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/353192751\\_CAPITULO\\_IX\\_RUBRICAS\\_E\\_SUA\\_S\\_CONTRIBUICOES\\_PARA\\_A\\_AVALIACAO\\_DE\\_DESEMPENHO\\_DE\\_ESTUDANTES](https://www.researchgate.net/publication/353192751_CAPITULO_IX_RUBRICAS_E_SUA_S_CONTRIBUICOES_PARA_A_AVALIACAO_DE_DESEMPENHO_DE_ESTUDANTES). Acesso em: 29 jun. 2025.

MEYER, M. C.; BUENO, A. F. et al. Bioinsumos na cultura da soja. **EMBRAPA**. Brasília – DF, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1143066/bioinsumos-na-cultura-da-soja>. Acesso em: 03 out. 2023.

MIRANDA, R. A. C.; OLIVEIRA, M. V. S. et al. **Ciclo Hidrológico Planetário: abordagens e conceitos**. ISSN 1981-9021 - Geo UERJ - Ano 12, v.1, nº21, 2010. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/geouerj/article/view/1461/1226>. Acesso em: 03 out. 2023.

MONTEIRO, H. R. S.; SOUSA, A. I. S. R. et al. A importância das oficinas pedagógicas no processo de ensino-aprendizagem. **Epistemologia e Práxis Educativa - EPeduc**. Volume 2, nº 2. 2019. Disponível em: <https://periodicos.ufpi.br/index.php/epeduc/article/view/1827>. Acesso em: 28 set. 2025.

MONTEIRO, M. T. F.; LUIZÃO, F. J. et al. Ecossistema Amazônico: Importante agente para o equilíbrio biogeoquímico global. **Editora Inpa**, 2014.

MORAIS, M. B. X. CHAVES, M. J. et al. Avaliação Diagnóstica no processo de ensino aprendizagem dos anos iniciais do ensino fundamental. **VII CONEDU – Congresso Nacional de Educação**. 2022. Disponível em: <https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/80558>. Acesso em: 18 ago. 2025.

MORAN, J. M. Vídeos são instrumentos de comunicação e de produção. **Entrevista ao Jornal do Professor**. 2009. Disponível em: <https://moran.eca.usp.br/wp-content/uploads/2021/08/videos.pdf>. Acesso em: 27 set. 2025.

MUNIZ, E. R. B.; XAVIER, J. A. et al. Impactos das mudanças climáticas nas florestas tropicais. **Revista – Gestão e Sustentabilidade Ambiental.**, v. 11, n. 2, p. 65-82, jun. 2022. Disponível em: [https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao\\_ambiental/article/view/9825/7808](https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/9825/7808). Acesso em: 03 out. 2023.

NASCIMENTO, M. S. Desvendando as paisagens no ensino de geografia a partir do uso e ocupação do solo. **Dissertação**. Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico - MPET. Instituto Federal do Amazonas, Manaus, 2019. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/486>. Acesso em: 10 mai. 2025.

NUNES, J. M.; INFANTE, M. **Pesquisa-ação: uma metodologia de consultoria**. Escola Politécnica de Saúde Joaquim Venâncio., org. Formação de pessoal de nível médio para a saúde: desafios e perspectivas [online]. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1996. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/dydn3/pdf/amancio-9788575412671-10.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023.

NUNES, S. M. S. O Vídeo na Sala de Aula: Um Olhar sobre essa Ação Pedagógica. **Monografia**. Universidade Federal do Amapá. Macapá, 2012.

**O Globo**. Eventos climáticos extremos se tornarão mais frequentes no Brasil, alertam especialistas. AFP – Rio de Janeiro, 2024. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/brasil/noticia/2024/05/09/eventos-climaticos-extremos-se-tornarao-mais-frequentes-no-brasil-alertam-especialistas.ghtml>. Acesso em: 10 mai. 2024.

ODUM, E. P.; BARRETT, G. W. **Fundamentos de ecologia**. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

OLIVEIRA, F. V.; CANDITO, V. et al. Aprendizagem baseada em problemas no contexto aromas: uma proposta de material paradidático para o ensino de funções orgânicas. **Revista Ciência e Natura**. Vol. 46, e.61. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5902/2179460X64635>. Acesso em: 01 out. 2025.

ONU News. Chuvas ligadas ao El Niño e a mudança climática arrasam o Sul do Brasil. 2024. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2024/05/1831311>. Acesso em: 10 mai. 2024.

PAVIANI, N. M. S.; FONTANA, N. M. Oficinas pedagógicas: relato de uma experiência. **Conjectura: filosofia e educação**. Vol. 14, nº 2, maio/ ago. 2009. Disponível em: <http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/conjectura/article/view/16>. Acesso em: 10 mai. 2024.

PCP. **Proposta Curricular e Pedagógica do Ensino Médio**. Manaus – AM, 2021. Disponível em: [http://cepandigital.seduc.am.gov.br/ava/pluginfile.php/36800/mod\\_resource/content/1/PCP%20ENSINO%20M%C3%89DIO.pdf](http://cepandigital.seduc.am.gov.br/ava/pluginfile.php/36800/mod_resource/content/1/PCP%20ENSINO%20M%C3%89DIO.pdf). Acesso em: 03 out. 2023.

**Ph Soluções Ambientais**. Entenda como o descarte incorreto de resíduos comprometem a qualidade dos recursos naturais e ameaça o equilíbrio ambiental. 2025. Disponível em:

<https://phsolucoesambientais.com.br/meio-ambiente/o-lixo-e-seu-impacto-ambiental-na-agua-e-no-solo/>. Acesso em: 02 out. 2025.

PILETTI, C. Didática Geral. **Editora Ática**. 23ª edição. São Paulo-SP, 2004.

PILETTI, N.; ROSSATO, S. M. Psicologia da aprendizagem: da Teoria do condicionamento ao Construtivismo. São Paulo: **Contexto**, 2011.

PNDL. **Guia Digital: obras de formação continuada – Química**, 2021. Disponível em: [https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia\\_pnld\\_2021\\_formacao\\_continuada\\_pnld\\_2021\\_obj3\\_quimica.pdf](https://pnld.nees.ufal.br/assets-pnld/guias/Guia_pnld_2021_formacao_continuada_pnld_2021_obj3_quimica.pdf). Acesso em: 19 ago. 2025.

POGGIANI, F. Alterações Dos Ciclos Biogeoquímicos Em Florestas. **Anais – 2º Congresso Nacional sobre Essências Nativas**. Departamento de Ciências Florestais da ESALQ/ USP, 1992. Disponível em: [https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF4-3/RIF4-3\\_734-739.pdf](https://smastr16.blob.core.windows.net/iflorestal/ifref/RIF4-3/RIF4-3_734-739.pdf). Acesso em: 09 jun. 2025.

PROSAMIN +. **Estudo De Impacto Ambiental e Social (EIAS)**. Consultor: Rogério Peter de Camargo. Manaus, 2021. Disponível em: <https://www.ugpe.am.gov.br/wp-content/uploads/2021/09/EIAS-PROSAMIN.pdf>. Acesso em: 12 jun. 2025.

REIS, M. C. O.; JAGUSZEWSKI, L.; FREITAS, L. A utilização de desenhos como instrumento de avaliação de conhecimentos prévios de ciências: o sistema solar. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, e11996311, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/343597215\\_A\\_utilizacao\\_de\\_desenhos\\_como\\_instrumento\\_de\\_avaliacao\\_de\\_conhecimentos\\_de\\_ciencias\\_o\\_sistema\\_solar](https://www.researchgate.net/publication/343597215_A_utilizacao_de_desenhos_como_instrumento_de_avaliacao_de_conhecimentos_de_ciencias_o_sistema_solar). Acesso em: 10 ago. 2024.

RIBEIRO, E. A. A perspeção da entrevista na investigação qualitativa. **Evidência**: Araxá, v. 4, n. 4, p. 129-148, 2008. Disponível em: <https://ojs.uniaraaxa.edu.br/index.php/evidencia/article/view/806/858>. Acesso em: 9 mai. 2024.

ROBAINA, J. V. L.; FENNER, R. S. et al. Fundamentos Teóricos e Metodológicos da Pesquisa em Educação em Ciências. Editora Bagai. 1ª edição. Curitiba, 2021. Disponível em: [https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4dcWEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=Segundo+Creswell+\(2018\),+%22os+instrumentos+de+coleta+de+dados+s%C3%A3o+ferramentas+que+o+pesquisador+utiliza+para+coletar+as+informa%C3%A7%C3%B5es+e+necess%C3%A1rias+para+o+estudo&ots=fzotHOzEqM&sig=rEpO-QZuL0Iw4ZOt0-8RbgkHH8#v=onepage&q=coleta%20de%20bruyne&f=false](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=4dcWEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PA4&dq=Segundo+Creswell+(2018),+%22os+instrumentos+de+coleta+de+dados+s%C3%A3o+ferramentas+que+o+pesquisador+utiliza+para+coletar+as+informa%C3%A7%C3%B5es+e+necess%C3%A1rias+para+o+estudo&ots=fzotHOzEqM&sig=rEpO-QZuL0Iw4ZOt0-8RbgkHH8#v=onepage&q=coleta%20de%20bruyne&f=false). Acesso em: 16 jun. 2025.

RODRIGUES, A. D. L.; DANTAS, J. M. D. A reforma do Ensino Médio em Consonância com as Mudanças do PNDL: A Desarticulação de Conceitos Científicos na Disciplina de Química. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, vol. 24, e55810, p. 1-29, 2024. Disponível em: <https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/52124/45241>. Acesso em: 07 mar. 2025.

RODRIGUES, J. I. M. A dinâmica da serapilheira em uma floresta secundária na Amazônia oriental é influenciada pelo efeito residual da manipulação de água e nutrientes?. Universidade Federal Rural da Amazônia. **TCC**. Belém – PA, 2022.

RODRIGUES, T.; COSTA, E. B. et al. Investigações sobre o ensino de ciclos biogeoquímicos no Brasil: reflexões sobre as produções científicas. **E-book - Pensando as licenciaturas - vol.3**. Organizadora Solange Aparecida de Souza Monteiro. Ponta Grossa - PR: Atena Editora, 2019. Disponível em: <https://www.atenaeditora.com.br/catalogo/post/investigacoes-sobre-o-ensino-de-ciclos-biogeoquimicos-no-brasil-reflexoes-sobre-as-producoes-cientificas>. Acesso em: 03 out. 2023.

ROSA, P.R.S. O uso de recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 17, n. 1, p.33-49, 2000.

ROSA, R. S.; MESSIAS, R. A. et al. Importância da compreensão dos ciclos biogeoquímicos para o desenvolvimento sustentável. **Monografia**. Instituto de Química de São Carlos, 2003. Disponível em: <https://fernandosantiago.com.br/bgquitexto.pdf>. Acesso em: 17 set. 2025.

RUSSO, L.; PEREIRA, L. P. Dificuldades de aprendizagem: alguns aspectos relevantes a se considerar no contexto escolar. **Instituto Paradigma**. 2021. Disponível em: <https://iparadigma.org.br/wp-content/uploads/DIFICULDADES-DE-APRENDIZAGEM-ALGUNS-ASPECTOS-RELEVANTES-A-SE-CONSIDERAR-NO-CONTEXTO-ESCOLAR.pdf>. Acesso em: 26 set. 2025.

RYCKEBUSCH, C. G. A “roda de conversa” na educação infantil: uma abordagem crítico-colaborativa na produção de conhecimento. **Tese - Doutorado em linguística aplicada e estudos da linguagem**. Orientadora: Prof<sup>ª</sup> Dr<sup>ª</sup> Maria Cecília C. Magalhães. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo. São Paulo – SP, 2011. Disponível em: <https://tede2.pucsp.br/bitstream/handle/13502/1/Claudia%20Gil%20Ryckebusch.pdf>. Acesso em: 10 out.2023.

SAMPAIO, G.; NOBRE, C. A.; COSTA, M. H.; SALAZAR, L. F.; CARDOSO, M. Regional climate change over eastern Amazonia caused by pasture and soybean cropland expansion. **Geophysical Research Letters**. Volume, 34, n° 17, 2007.

SAMPAIO, J.; SANTOS, G. C. et al. **Limites e potencialidades das rodas de conversa no cuidado em saúde: uma experiência com jovens no sertão pernambucano**. Comunicação Saúde Educação, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/icse/a/dGn6dRF4VHzHQJyXHNSZNND/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 10 out. 2023.

SANTO ANTÔNIO DE ENERGIA. Vegetação da Amazônia. **Cartilha**. 2022. Disponível em: [https://www.santoantonioenergia.com.br/wp-content/uploads/2022/08/04\\_vegetacao\\_amazonia.pdf](https://www.santoantonioenergia.com.br/wp-content/uploads/2022/08/04_vegetacao_amazonia.pdf). Acesso em: 09 jun. 2025.

SANTOS, P. V. L.; CUNHA, G. C. F. et al. Análise de Pesquisas para o ensino de Biogeoquímica a partir de uma revisão bibliográfica dos últimos cinco anos. **18º Simpósio Brasileiro de Educação Química - SIMPEQUI**. 2021. Disponível em:

<https://www.abq.org.br/simpequi/2021/trabalhos/90/23907-28750.html>. Acesso em: 21 set. 2025.

SILVA, A. M. B.; OLIVEIRA, A. T. et al. Conhecendo a fauna aquática e semiaquática da Amazônia. **Produto Educacional proveniente da Dissertação – Ensino de biologia: proposta didática para o estudo da fauna aquática e semi aquática amazônica em um espaço não forma**. IFAM – Campus Manaus Centro. Manaus-AM, 2023. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/388934836\\_Conhecendo\\_a\\_fauna\\_aquatica\\_e\\_semi-aquatica\\_da\\_Amazonia](https://www.researchgate.net/publication/388934836_Conhecendo_a_fauna_aquatica_e_semi-aquatica_da_Amazonia). Acesso em: 21 set. 2025.

SILVA, C. M. R.; OLIVEIRA, N. C. R. et al. Como a avaliação diagnóstica pode influenciar o planejamento pedagógico: estudos de caso. **Revista FT**. Volume 29. 2024. Disponível em: <https://revistaft.com.br/como-a-avaliacao-diagnostica-pode-influenciar-o-planejamento-pedagogico-estudos-de-caso/>. Acesso em: 01 jul. 2025.

SILVA, F. C.; SILVA, J. C. *et al.* Mapas Mentais como recurso de aprendizagem no ensino de biologia. **CONEDU**. Anais de evento. 2023. Disponível em: <https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/98676>. Acesso em: 30 set. 2025.

SILVA, G. M.; FREITAS, N. S. et al. Avaliação por rubricas no ambiente educacional: Uma possibilidade para aprendizagem no ensino de química e de matemática. **Anais - Colóquio Internacional Educação e Contemporaneidade**. Volume XVII, nº. 5. 2023. Disponível em: <https://www.coloquioeducon.com/hub/anais/620-avalia%C3%A7%C3%A3o-por-rubricas-no-ambiente-educacional-uma-possibilidade-para-aprendizagem-no-ensino-de-qu%C3%ADmica-e-de-matem%C3%A1tica/>. Acesso em: 18 ago. 2024.

SILVA, J. J. N.; MELLO, W. Z. et al. Ciclagem de Nitrogênio em Florestas Tropicais e Plantações de Eucalipto no Brasil no Antropoceno. **Rev. Virtual Quim**. Vol. 10 – nº6, 2018. Disponível em: <http://mata-atlantica-amazonia.ruralsustentavel.org/wp-content/uploads/2021/01/PaperRvQ.pdf>. Acesso em: 03 out. 2023

SILVA, R. S.; SILVA, B. R. Reflexões sobre a abordagem de ciclos biogeoquímicos no ensino em ciências: Considerações para um enfoque em CTS. **Revista do Plano Nacional de Formação de Professores da Educação Básica**. Volume 5, nº 2, p. 5-18. 2017. Disponível em: <https://scispace.com/pdf/reflexoes-sobre-a-abordagem-de-ciclos-biogeoquimicos-no-z50hslq3pa.pdf>. Acesso em: 24 set. 2025.

SILVA, Rogéria da; FRENEDOZO, R. C. Mudanças e simplificações do saber científico ao saber a ensinar: uma análise da transposição didática do ciclo do nitrogênio em livros didáticos de biologia do ensino médio. **VII Enpec - Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis, 2009. Disponível em: <https://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/viienpec/VII%20ENPEC%20-%202009/www.foco.fae.ufmg.br/cd/pdfs/592.pdf>. Acesso em: 10 mai. 2024.

SILVA, V.; MUNIZ, A. M. V. A geografia escolar e os recursos didáticos: o uso das maquetes no ensino aprendizagem da geografia. **Geosaberes**. Fortaleza, v. 3, n. 5, p. 62-68, 2012. Disponível em: <http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/117>. Acesso em: 25 jun. 2025.

SOARES, A. C.; PAES, L. S. A dinâmica solo-planta em ecossistemas amazônicos. **Produto educacional (Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico)**. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas - Campus Manaus Centro. Manaus. – AM. 2021. Disponível em: <http://repositorio.ifam.edu.br/jspui/handle/4321/784>. Acesso em: 15 out. 2024

SOUZA, F. F. Cartaz como uma ferramenta pedagógica educacional. **Minhaescolaweb**. 2023. Disponível em: <https://sites.google.com/view/minhaescolaweb/ferramentasaprendizagem/cartazes>. Acesso em: 11 nov. 2025.

SOUZA, M. F. L.; LONGHINI, C. M.; et. al. Ciclo do Carbono: Processos Biogeoquímicos, Físicos e Interações entre Compartimentos na Baía de Todos os Santos. **Rev. Virtual Quim.** Vol. 4, nº5, 2012.

SOUZA, S. C. Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP): Um método transdisciplinar de aprendizagem para o ensino educativo. **UECE**. 2015. Disponível em: [https://www.uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos\\_completos/247-320-01042016-143203.pdf](https://www.uece.br/eventos/spcp/anais/trabalhos_completos/247-320-01042016-143203.pdf). Acesso em: 02 out. 2025.

SOUZA, S. C. de; DOURADO, L. APRENDIZAGEM BASEADA EM PROBLEMAS (ABP): UM MÉTODO DE APRENDIZAGEM INOVADOR PARA O ENSINO EDUCATIVO. **HOLOS**, [S. l.], v. 5, p. 182–200, 2015. DOI: 10.15628/holos.2015.2880. Disponível em: <https://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/2880>. Acesso em: 9 maio. 2024.

SOUZA, V. A. Oficinas pedagógicas como estratégia de ensino: uma visão dos futuros professores de ciências naturais. **Faculdade UnB Planaltina: Licenciatura em ciências naturais**. Planaltina – DF, 2016. Disponível em: [https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14170/1/2016\\_ValdeciAlexandredeSouza\\_tcc.pdf](https://bdm.unb.br/bitstream/10483/14170/1/2016_ValdeciAlexandredeSouza_tcc.pdf). Acesso em: 09 ago. 2024.

TABILE, A. F.; JACOMETO, M. C. D. Fatores influenciadores no processo de aprendizagem: um estudo de caso. **Revista Psicopedagogia**. 2017. Disponível em: <https://pepsic.bvsalud.org/pdf/psicoped/v34n103/08.pdf>. Acesso em: 26 set. 2025.

TORRES, E. Química Ambiental. **Uniasselvi**. Indaial, 2014.

VICENTE, J. P. Como os rios voadores da Amazônia levam água para o resto do Brasil. **National Geographic**, 2021. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/ciencia/2021/03/posso-explicar-rios-voadores-da-amazonia-brasil-deserto>. Acesso em: 03 out. 2023.

VIEIRA, E; VOLQUIND, L. **Oficinas de ensino: O quê? Por quê? Como?**. 4ª Ed. Porto Alegre: Edipucrs, 2002. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=yLVJEYJngz0C&oi=fnd&pg=PA5&dq=VIEIRA,+E%3B+VOLQUIND,+L.+Oficinas+de+ensino:+O+qu%C3%AA%3F+Por+qu%C3%AA%3F+Como.+4%C2%AA+Ed.+>

Porto+Alegre:+Edipucrs,+2002.&ots=HYWkPIw5rm&sig=YDdbFEifxW6eKNRZwZoGY76SAXE#v=onepage&q&f=false. Acesso em: 08 mai. 2024.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. Experimentoteca de solos: Infiltração e retenção da água no solo. **Arquivos APADEC**. Maringá, 2004.

YUEN LIE LIM, L. A comparison of student's reflective thinking across different years in a problembased learning environment. **Instructional Science** **39**, p. 171-188, mar. 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007%2Fs11251-009-9123-8>. Acesso em: 02 out. 2025.

ZABALA, A. A prática educativa: Como ensinar. Tradução: Ernani F. da F. Rosa. **Editora Artmed**. Porto Alegre, 1998.

ZIBETTI, V. K.; LIMA, E. P. P. **Fundamentos de Ecologia e Tecnologia de Tratamentos de Resíduos**. Pelotas: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia; Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Técnico Industrial de Santa Maria; Rede e-Tec Brasil, 2013. Disponível em: [https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/fundamentos\\_ecologia\\_tecnologia\\_tratamento\\_residuos.pdf](https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/fundamentos_ecologia_tecnologia_tratamento_residuos.pdf). Acesso em: 03 out. 2023.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A – Parecer do Comitê de Ética

**INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E  
TECNOLOGIA DO AMAZONAS -  
IFAM**



Continuação do Parecer: 7.075.580

Outros	TALE_ALUNO.pdf	22/08/2024 01:43:13	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PROFESSORES.pdf	22/08/2024 01:42:55	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_PAIS.pdf	22/08/2024 01:42:43	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Outros	CARTA.docx	22/08/2024 01:40:32	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Cronograma	cronograma.pdf	22/08/2024 01:39:06	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto_plataformabrasil_2024_as sinado.pdf	25/07/2024 21:56:19	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Outros	AUTORIZAcao.pdf	24/07/2024 01:45:44	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	24/07/2024 01:44:55	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Outros	Carta_de_Anuencia.pdf	24/07/2024 01:38:21	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO.pdf	24/07/2024 01:28:47	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Infraestrutura.pdf	24/07/2024 01:05:16	CAROLINE DE SOUZA BORGES	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

MANAUS, 13 de Setembro de 2024

Assinado por:  
**EDSON MAIA**  
(Coordenador(a))

**Endereço:** Rua Ferreira Pena, 1109 - Prédido da Reitoria, 2º andar, Manaus, AM  
**Bairro:** CENTRO **CEP:** 69.025-010  
**UF:** AM **Município:** MANAUS  
**Telefone:** (92)9823-4114 **Fax:** (97)9810-1010 **E-mail:** cepsh.pggi@ifam.edu.br

## APÊNDICE B – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



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

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO PARA PAIS OU RESPONSÁVEIS LEGAIS – TCLE

Caro responsável, o (a) Senhor (a) está sendo convidado (a) a permitir a participação do (a) vosso (a) filho (a) na pesquisa científica como parte do processo de conclusão de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico (PPGET).

O (a) seu (a) filho (a), por seu intermédio, como responsável legal, está sendo convidado a participar, como voluntário (a), da pesquisa científica intitulada: **Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de química**. Este documento, chamado Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), visa assegurar seus direitos e do (a) seu (a) filho (a) como participante. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubrique ao final de cada folha e assine ao final deste documento, que terá duas vias. Uma delas é do senhor (a) e a outra do pesquisador responsável.

Esta pesquisa faz parte do projeto de pesquisa do Mestrado Profissional que almeja contribuir com o ensino e aprendizagem dos alunos na disciplina de Química, sendo o motivo deste convite, o seu filho está cursando o 2º ano do Ensino Médio, tendo a disciplina de Química como componente curricular, estando apto a participar da pesquisa. O intuito da dessa pesquisa científica é demonstrando a importância em abordar os ciclos biogeoquímicos e a Amazônia de forma contextualizada para que os alunos do ensino médio se sintam motivados e consigam assimilar os conceitos dos ciclos da água, do carbono e do nitrogênio, mediados pela Aprendizagem Baseada em Problema (ABP) por um conjunto de atividades práticas no âmbito escolar. O seu filho (a) foi escolhido para fazer parte da pesquisa, por está devidamente matriculado na escola e frequentar as aulas.

O (A) Sr (a) tem de plena liberdade de recusar a participação do seu (sua) filho (a) ou retirar seu consentimento, em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma para o tratamento que ele (a) recebe neste serviço. A pesquisa será realizada na Escola Estadual Manuel Rodrigues de Souza, Av. Itacolomy, 16 – Armando Mendes, Manaus/AM. CEP: 69089-321.

Caso aceite em participar da pesquisa, a participação do seu (sua) filho (a) consiste em assistir as aulas que serão executadas no projeto, a princípio foram pensadas para ser executadas em 6 aulas. Informo também, que as aulas serão todas gravadas e registradas por fotografias para que assim como os estudantes, o professor possa se auto-avaliar em relação a proposta elaborada.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Dessa forma, ressaltamos que a participação do seu filho não acarretará riscos graves, enfatizando apenas possíveis situações ligadas a um viés emocional ou desmotivação, como não se sentir seguro ou confortável para responder as perguntas realizadas no questionário na fase diagnóstica, sentir-se constrangido ao expor sua opinião sobre os questionamentos levantados durante as aulas, ou desmotivado à participar das atividades solicitadas em sala de aula. Para mitigar esses possíveis riscos, e tornar o ambiente mais confortável e propício para a aprendizagem desses alunos, a pesquisadora compromete-se em apenas coletar dados que não comprometam a privacidade dos participantes, e que estejam relacionados às atividades solicitadas em sala, conforme a aplicação da metodologia. O intuito é fornecer um ambiente acolhedor para que os mesmos se sintam motivados e seguros para se expressarem diante das questões adversas em sala de aula, a pesquisadora buscará se atentar para os sinais de desmotivação ao longo da aplicação da pesquisa, para que o aluno em questão receba atendimento extra em relação as suas dificuldades e o motivo da sua desmotivação ou cansaço em questão.

Indicamos como benefícios previstos para seu filho, contribuir com a reflexão enquanto aluno sobre a importância dos ciclos biogeoquímica em relação ao contexto amazônico, a identificação das ações antrópicas atuais e suas consequências ao meio ambiente diante aos fatos da atualidade, a interação dos elementos químicos no meio

ambiente, além do reconhecimento dos aspectos ambientais para uma qualidade de vida individual e coletiva, a partir do ciclo da água, do carbono e do nitrogênio. Buscaremos despertar o engajamento dos alunos, para que sejam capazes de ajudar de forma positiva a sociedade, favorecendo o meio ambiente e as questões sociais.

A pesquisadora responsável, bem como seu orientador, seguindo todos os protocolos do CEP/SH (Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos) garantem tratar a identidade do seu filho com sigilo e privacidade. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando finalizada. Mesmo assim, você poderá interromper a participação do seu filho a qualquer momento, se assim desejar. A participação na pesquisa não acarretará nenhum custo ou prejuízo financeiro ao Sr (a) ou a seu (a) filho e não haverá qualquer forma de compensação financeira, a participação é voluntária e a recusa não acarretará qualquer penalidade.

O (A) Sr (a) pode entrar em contato com a pesquisadora responsável Caroline de Souza Borges, Professora de química da rede pública estadual do Amazonas na E. E. Manuel Rodrigues de Souza. Endereço para contato está localizado na Av. Itacolomy, 16 – Armando Mendes, Manaus/AM. CEP: 69089-321. Telefone para contato: (92) 98454-2471, E-mail: caroline.borges@seducam.pro.br. Sou estudante do Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico (PPGET), com sede na Avenida Sete de Setembro, 1975 – Centro; CEP: 69020-120 - Manaus - Amazonas; telefone: (92) 3621-6700. Ou com o professor orientador Prof.º Dr.º Jean Dalmo de Oliveira Marques, lotada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, com sede na Avenida Sete de Setembro, 1975 – Centro; CEP 69020-120 - Manaus - Amazonas; telefone: (92) 3621-6700; e-mail: jean.marques@ifam.edu.br.

Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Amazonas (CEP/IFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/IFAM fica Av. Ferreira Pena, 1109. Centro. CEP 69025-010. Prédio da Reitoria do IFAM, 2º. andar, Fone: (92) 3306-0062, E-mail: cepsh.ppgi@ifam.edu.br. Horário de atendimento ao público das 08h às 12h e das 13h às 17h. O CEP/IFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Agradecemos sua colaboração e nos colocamos à disposição para sanar quaisquer dúvidas.

## CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_ portador (a) do RG/CPF nº \_\_\_\_\_ declaro que concordo em permitir a participação do (a) aluno (a) \_\_\_\_\_ na pesquisa intitulada **“Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de química”**, sob a responsabilidade da pesquisadora Caroline de Souza Borges, sob orientação do Prof<sup>o</sup>. Dr<sup>o</sup> Jean Dalmo de Oliveira Marques, que visa integrar o estudo da importância dos ciclos biogeoquímica em relação ao contexto amazônico, a partir do ciclo da água, do carbono e do nitrogênio, a interação dos elementos químicos no meio ambiente, diante do reconhecimento dos aspectos ambientais para uma qualidade de vida individual e coletiva a fim dinamizar o processo de ensino-aprendizagem no ensino de Química para alunos do 2<sup>a</sup> do ensino médio.

Afirmo que fui informado (a) sobre as ações da pesquisadora e o motivo de documentar a minha autorização.

Sendo assim, entendi que a participação do (a) aluno (a) sob minha responsabilidade não me acarretará em nenhum ônus financeiro, não vou receber nenhuma remuneração por ela, sendo assegurado o anonimato e, ainda, que posso solicitar a saída do (a) aluno (a) quando quiser sem nenhum prejuízo. Também declaro que compreendi que a participação do (a) aluno (a) é muito importante. Pois, é a partir dela que serão gerados os resultados da dissertação.

Manaus, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2024.

\_\_\_\_\_  
Pesquisador

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Aluno

## APÊNDICE C – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido



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

### **TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE**

Caro aluno ou aluna,

Estamos convidando você para participar, como voluntário (a), de uma pesquisa científica como parte do processo de conclusão de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico (PPGET – IFAM) intitulada: **“Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de química”**.

### **ASSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO**

Eu, \_\_\_\_\_, tendo o consentimento do meu responsável já assinado, sabendo que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar, se assim o desejar, declaro que concordo em participar desta pesquisa.

Manaus-AM, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Participante

\_\_\_\_\_  
Assinatura do Pesquisador Responsável



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

**PROJETO “CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA:  
PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA”  
ROTEIRO DAS QUESTÕES APLICADAS NA ENTREVISTA COM OS PROFESSORES**

**NOME DO PROFESSOR:**

**DISCIPLINA QUE MINISTRA AULA:**

**CARGA HORÁRIA SEMANAL:**

*Caro professor (a), este ROTEIRO DE ENTREVISTA faz parte do projeto de Mestrado intitulado “Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de química”, pertencente a discente Caroline de Souza Borges e tem por objetivo coletar dados acerca das seguintes questões: perfil do professor, práticas pedagógicas realizadas, recursos, materiais ou estratégias didáticas, procedimentos metodológicos, planejamento, uso de tecnologias, dificuldades encontradas no ensino de química ou de ciências, especificamente quanto ao conteúdo ciclos biogeoquímicos. As respostas obtidas nesta entrevista contribuirão para melhorias no processo de ensino e aprendizado nesta área, uso de materiais/recursos e estratégias didáticas mais adequadas ao público alvo considerado. Contamos com sua valiosa contribuição. Desde já o nosso muito obrigado!*

### **Questões Objetivas – Conhecendo o Professor!**

#### **1. Graduação**

Pedagogia ( ) Normal Superior ( ) Licenciatura Específica: \_\_\_\_\_

#### **2. Há quanto tempo atua no exercício da docência?**

Menos de 2 anos ( ) De 2 a 7 anos ( ) De 8 a 14 anos ( ) De 15 a 20 anos ( )

Mais de 20 anos ( )

#### **3. Vínculo empregatício:**

Estatutário ( ) Servidor por contrato temporário/Substituto ( ) Outro ( )

**4. Regime de trabalho** 20 h ( ) 40 h ( ) Outro ( ) Especificar: \_\_\_\_\_

**5. Possui curso de Pós-graduação?** Sim ( ) Não ( ) Cursando ( )

Em caso de possuir ou estar cursando. Assinale qual:

( ) Especialização ( ) Mestrado ( ) Doutorado ( ) Pós doutorado

**6. Há quanto tempo leciona a disciplina de Química ou Ciências?**

Menos de 2 anos ( ) De 2 a 5 anos ( ) De 5 a 10 anos ( ) Mais de 10 anos ( )

### **Questões norteadoras seguidas na entrevista**

**1. Qual (ais) a (s) principal (ais) dificuldade (s) encontrada (s) no ensino da temática ciclos biogeoquímicos?**

---

---

---

**2. Qual (ais) é (são) o (s) recurso (s) ou materiais didático (s) utilizado (s) na (s) aula (s) sobre ciclos biogeoquímicos?**

---

---

---

**3. Qual (ais) é (são) a (s) estratégia (s) didática (s) utilizada (s) na (s) aula (s) sobre ciclos biogeoquímicos?**

---

---

---

**4. Dos conteúdos sobre ciclos biogeoquímicos que você ensina, com base no livro didático (apostila) adotado, você tem alguma dificuldade com algum ciclo específico?**

( ) Sim ( ) Não

Em caso afirmativo, qual (ais)?

---

---

---

**5. O que você considera fundamental que o aluno aprenda ou desenvolva em sala de aula sobre o conteúdo ciclos biogeoquímicos?**

---

---

---

---

---

**6. Considerando a sua experiência docente, qual é relação existente entre os ciclos biogeoquímicos e a Amazônia?**

---

---

---

---

---

**7. Considerando a sua experiência docente, qual é relação existente entre os ciclos biogeoquímicos e as Mudanças Climáticas Globais?**

---

---

---

---

---

**Obrigada pela participação!**

APÊNDICE – E: Questionário Diagnóstico dos alunos.



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

**PROJETO: “CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A  
AMAZÔNIA: PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA  
O ENSINO DE QUÍMICA”**

*Prezado(a) aluno(a), este questionário faz parte do projeto de Mestrado intitulado “Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de química”, pertencente a discente Caroline de Sousa Borges, e tem por objetivo coletar dados acerca das seguintes questões baseado no seu perfil como aluno: o que você conhece sobre ciclos biogeoquímicos, se você consegue associar os ciclos biogeoquímicos com a região amazônica, se você sabe quais atitudes negativas dos seres humanos impactam diretamente no equilíbrio dos ciclos biogeoquímicos, o motivo das mudanças climáticas e como isso interfere na qualidade de vida das pessoas, as dificuldades encontradas no aprendizado da disciplina de química, especificamente quanto ao conteúdo ciclos biogeoquímicos. As respostas obtidas neste questionário contribuirão para melhorias no processo de ensino e aprendizado sobre ciclos biogeoquímicos, uso de materiais/recursos e estratégias didáticas mais adequadas a você. Contamos com sua valiosa contribuição. Desde já o nosso muito obrigado!*

**QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO**

**NOME:** \_\_\_\_\_

**IDADE:** \_\_\_\_\_ **DISCIPLINA:** \_\_\_\_\_ **ANO/TURMA:** \_\_\_\_\_

**1. Você sabe o que são ciclos biogeoquímicos?**

( ) Sim ( ) Não

**Se sim, então escreva o que é:**

---

---

**2. Marque o ciclo que você mais possui dificuldade em compreender:**

( ) ciclo da água      ( ) ciclo do carbono      ( ) ciclo do nitrogênio

**3. Marque o ciclo que você mais possui facilidade em compreender:**

( ) ciclo da água      ( ) ciclo do carbono      ( ) ciclo do nitrogênio

**4. Você sabe quais são as consequências das queimadas e do desmatamento para a floresta Amazônica?**

( ) Sim      ( ) Não Se sim, então escreva:

---

---

---

---

**5. O que são mudanças climáticas?**

- a) Variações sazonais no clima.
- b) Mudanças bruscas no clima devido a fatores naturais.
- c) Alterações a longo prazo nos padrões climáticos devido às atividades humanas.
- d) Flutuações na temperatura global ao longo de milhares de anos.

**6. Quais são as consequências das mudanças climáticas para o meio ambiente e para os seres humanos?**

---

---

---

**7. Assinale a(s) atividade(s) que podem prejudicar os ciclos biogeoquímicos:**

Você pode assinalar quantas você desejar!

- 
- |                           |  |
|---------------------------|--|
| ( ) Floresta Amazônica;   | ( ) Camada de ozônio;                              |
| ( ) Hidrelétricas;        | ( ) Efeito estufa;                                 |
| ( ) Desmatamento;         | ( ) Emissão de CO <sub>2</sub> , CH <sub>4</sub> , |
| ( ) Pastagem;             | clorofluorcarbono, óxido nitroso;                  |
| ( ) Área degradada;       | ( ) El Niño e La niña;                             |
| ( ) Poluição dos rios;    | ( ) Aquecimento global;                            |
| ( ) Ocupação territorial; | ( ) Elevação das temperaturas;                     |
| ( ) Queimadas;            | ( ) Eventos extremos;                              |
| ( ) Monocultivo;          | ( ) Manejo do solo.                                |
| ( ) Outros – citar:       |  |

**8. Você sabe identificar a presença dos ciclos biogeoquímicos na floresta amazônica?**

( ) SIM ( ) NÃO

Se sim, então descreva:

---

---

---

**9. O que são Rios Voadores?**

- a) correntes de ar que transportam vapor de água.
- b) rios que atravessam áreas montanhosas.
- c) formação de nuvens em regiões afastadas.
- d) curso d'água alimentados por geleiras.

**10. Você sabe como os rios voadores influenciam no clima e nas chuvas em diferentes regiões do Brasil?**

( ) Sim ( ) Não Se sim, então escreva:

---

---

---

---

**11. O que são liteiras?**

- a) folhas e outros materiais orgânicos mortos depositados no solo da floresta.
- b) peixes que vivem em águas profundas.
- c) solos com camadas de argila.
- d) tipo de vegetação típica de uma determinada região.

**12. Você sabe qual é a importância do ciclo do nitrogênio na floresta Amazônica?**

( ) Sim ( ) Não

Se sim, então escreva:

---

---

---

**13. Como o nitrogênio é fixado na Amazônia para que as plantas possam utilizá-lo:**

- a) pela respiração dos seres vivos.
- b) por bactérias fixadoras de nitrogênio no solo.
- c) pela queima da biomassa.
- d) por processos industriais.

**14. Qual é o principal reservatório de carbono na Amazônia?**

- a) atmosfera.
- b) solo.
- c) floresta.
- d) oceano.

**15. Você sabe qual é a importância do ciclo do carbono na floresta Amazônica?**

Sim       Não

**Se sim, então escreva:**

---

---

---

---

**16. Você sabe o que é fotossíntese? (      ) Sim (      ) Não**

**Se sim, então escreva o que é:**

---

---

**17. Elabore um desenho representando os ciclos biogeoquímicos da sua escolha a partir dos seus conhecimentos prévios. Se possível utilize setas, elementos da natureza e pequenas legendas explicativas.**

**Obrigada pela participação!**

## APÊNDICE F – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



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

### **TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE**

Olá, professor

Você está sendo convidado a participar, como voluntário (a), em uma pesquisa científica intitulada: **Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia: Propostas de atividades práticas para o ensino de química**. Para participar deste estudo, você terá que assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) que visa assegurar seus direitos como participante. Após ser esclarecido (a) sobre as informações a seguir, no caso de aceitar fazer parte do estudo, rubricar ao final de cada folha e assine ao final deste documento, que está em duas vias, uma delas é sua e a outra da pesquisadora responsável. Em caso de dúvida você pode procurar a pesquisadora responsável ou o orientador desta pesquisa.

Esta pesquisa faz parte do projeto de pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino Tecnológico que almeja contribuir com o ensino e aprendizagem dos alunos na disciplina de Química, demonstrando a importância em abordar os ciclos biogeoquímicos e a Amazônia de forma coerente para que os alunos do ensino médio se sintam motivados e consigam assimilar os conceitos dos ciclos da água, do carbono e do nitrogênio mediados por um conjunto de atividades práticas no âmbito escolar.

Você professor foi escolhido (a) para fazer parte da pesquisa, e será entrevistado para relatar o seu ponto de vista diante da temática “Ciclos Biogeoquímicos e a Amazônia”. Possuindo plena liberdade de recusar a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma. A pesquisa será realizada na Escola Estadual Manuel Rodrigues de Souza, Av. Itacolomy, 16 – Armando Mendes, Manaus/AM. CEP: 69089-321.

Caso aceite participar como colaborador (a) da pesquisa, a sua participação consiste em ser entrevistado (a) pelo pesquisador com o intuito de coletar dados acerca

das seguintes questões: perfil do professor, práticas pedagógicas realizadas, recursos, materiais ou estratégias didáticas, procedimentos metodológicos, planejamento, uso de tecnologias, dificuldades encontradas no ensino de química ou de ciências, especificamente quanto ao conteúdo ciclos biogeoquímicos.

Toda pesquisa com seres humanos envolve riscos aos participantes. Dessa forma, ressaltamos que a sua participação não acarretará riscos graves, enfatizando apenas possíveis situações ligadas a um viés emocional ou cansaço, como não se sentir seguro ou confortável para responder as perguntas realizadas na entrevista na fase diagnóstica, ou até mesmo receio em atrapalhar os tempos de aula. Para mitigar esses possíveis riscos, a entrevista ocorrerá de forma individual, para que o professor se sinta mais confortável em expressar seus pontos de vista. E para não comprometer os tempos de aula dos professores e não atrapalhar os horários da escola, os professores selecionados serão entrevistados no dia do seu Horário Pedagógico de Trabalho – HTP mediante a um agendamento, entre a pesquisadora e o professor que será entrevistado, evitando danos aos tempos de aula e não ocasionando desorganização no planejamento do professor.

Acredita-se que os benefícios da pesquisa são diretos e indiretos, tendo em vista que contribuirá com o aperfeiçoamento dos professores, podendo ocasionar reflexão em relação suas práticas pedagógicas e suas dificuldades encontradas em sala de aula. As respostas obtidas nesta entrevista visa buscar melhorias no processo de ensino e aprendizagem nesta área, contribuir com ideias para elaboração de recursos didáticos para ser utilizados em sala de aula e desenvolver estratégias didáticas mais adequadas ao público alvo que possam auxiliar no ensino de química. Informo também, que as entrevistas serão todas gravadas por meio de gravador de voz, para que a pesquisadora faça as análises das respostas dadas pelos professores entrevistados.

A pesquisadora responsável, bem como seu orientador, seguindo todos os protocolos do CEPESH (Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos.) garantem tratar a sua identidade com sigilo e privacidade. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando finalizada.

Mesmo assim, você poderá interromper sua participação em qualquer momento, se assim desejar. A participação é voluntária e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido pelo pesquisador responsável. A participação na pesquisa não acarretará nenhum custo ou prejuízo financeiro e não haverá qualquer forma de compensação financeira pela participação.

Você pode entrar em contato com a pesquisadora responsável Caroline de Souza Borges, Professora de química da rede pública estadual do Amazonas na E. E. Manuel Rodrigues de Souza. Endereço para contato está localizado na Av. Itacolomy, 16 – Armando Mendes, Manaus/AM. CEP: 69089-321. Telefone para contato: (92) 99235-0717, E-mail: caroline.borges@seducam.pro.br. Sou estudante do Mestrado do Programa de Pós-graduação em Ensino Tecnológico (PPGET), com sede na Avenida Sete de Setembro, 1975 – Centro; CEP: 69020-120 - Manaus - Amazonas; telefone: (92) 3621-6700. Ou com o professor orientador Prof.º Dr.º Jean Dalmo de Oliveira Marques, lotada no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Amazonas, com sede na Avenida Sete de Setembro, 1975 – Centro; CEP 69020-120 - Manaus - Amazonas; telefone: (92)3621-6700; e-mail: jean.marques@ifam.edu.br.

Você também pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos do Instituto Federal de Ensino, Ciência e Tecnologia do Amazonas (CEP/IFAM) e com a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), quando pertinente. O CEP/IFAM fica Av. Ferreira Pena, 1109. Centro. CEP 69025-010. Prédio da Reitoria do IFAM, 2º andar, Fone: (92) 3306-0062, E-mail: cepsh.ppgi@ifam.edu.br. Horário de atendimento ao público das 08h às 12h e das 13h às 17h. O CEP/IFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

A pesquisadora responsável, bem como sua orientadora, seguindo todos os protocolos do CEPSH (Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos) garantem tratar a sua identidade com sigilo e privacidade. Os resultados da pesquisa estarão à sua disposição, quando finalizada.

Agradecemos sua colaboração e nos colocamos à disposição para sanar quaisquer dúvidas.

## ASSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, \_\_\_\_\_, tendo o consentimento e sabendo que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e que poderei modificar a minha decisão de participar, se assim o desejar, declaro que concordo em participar desta pesquisa.

Manaus-AM, \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

---

Assinatura do Professor participante

---

Assinatura da Pesquisadora Responsável

APÊNDICE G – Plano de Aula

<b>1. Identificação do problema</b> <b>AULA 1</b>		<b>CICLO BIOGEOQUÍMICO: CICLO DA ÁGUA</b>		
<b>PROFESSORA:</b> Caroline de Souza Borges <b>DISCIPLINA:</b> Química				<b>CARGA HORÁRIA:</b> 4 HORAS <b>DATA:</b> 18/11/2024
<b>EIXO/ UNIDADE TEMÁTICA:</b> Terra e Universo <b>NÍVEL DE ENSINO:</b> Ensino Médio				<b>SÉRIE:</b> 2º ANO <b>SEMESTRE:</b> 2º
<b>COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.				
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM:</b> Conhecer as principais características químicas sobre os ciclos biogeoquímicos, conceitos ligados ao ciclo da água, assim como, a compreensão da sua importância para a manutenção da vida no planeta, sua relação com a região amazônica e a identificação das ações antrópicas no cotidiano e suas consequências.				
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAGEM:</b> Caracterizar os ciclos biogeoquímicos e conceituar o ciclo da água, destacando a relação com a região Amazônica, além da identificação em sala de aula de fatos do cotidiano referente às ações antrópicas e suas consequências que contribuem para o desequilíbrio ambiental.				
<b>HABILIDADE</b>	<b>RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM</b>	<b>CONTEÚDO ENVOLVIDO</b>	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	<b>PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS</b>
<b>(EM13CNT105)</b> Analisar os ciclos	• Conhecer as características dos	• Características químicas dos ciclos	• Projetor; • Apresentação em	• Apresentação do tema e os objetivos da aula em relação aos

<p>biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>	<p>Ciclos Biogeoquímicos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceituar o ciclo da água e identificar as mudanças de estados físicos presente nas etapas desse ciclo;</li> <li>• Compreender a importância do ciclo da água e sua relação com a região Amazônica;</li> <li>• Apresentar a importância dos Rios Voadores;</li> <li>• Conhecer a importância das pesquisas aplicadas na região Amazônica como a Torre ATTO;</li> <li>• Identificar no cotidiano as consequências geradas a esse ciclo ocasionadas pelas ações antrópicas.</li> </ul>	<p>biogeoquímicos;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceito sobre o ciclo da água e suas etapas;</li> <li>• A relação entre Ciclo da Água e a Amazônia;</li> </ul> <p>- Importância dos Rios Voadores. - Importância das pesquisas aplicadas na região.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ações antrópicas e suas consequências ao meio ambiente.</li> </ul>	<p><i>PowerPoint</i> sobre o tema proposto;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caixinha de som;</li> <li>• Livro Didático da escola.</li> <li>• Vídeos:</li> </ul> <p><b>Identificação:</b> Ciclo da água – Você precisa saber disso! <b>Canal do YouTube:</b> Canal Ciências - 2022 <b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=QmZ1LfGRPqU">https://www.youtube.com/watch?v=QmZ1LfGRPqU</a></p> <p><b>Identificação:</b> 'Rios voadores': fenômeno natural leva umidade da Floresta Amazônica para outras regiões <b>Canal do YouTube:</b> Repórter Eco - 2020 <b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=0R0tXcOTZDw">https://www.youtube.com/watch?v=0R0tXcOTZDw</a></p>	<p>ciclos biogeoquímicos com ênfase ao ciclo da água.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Instrução do percurso metodológico da Aprendizagem Baseada em Problemas (ABP).</li> <li>• Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo da água e demais temas relacionados à proposta didática com a utilização do <i>Power Point</i> para ilustrar o conteúdo.</li> <li>• Utilização de vídeos didáticos para contextualizar os conceitos e a relevância dos temas discutidos durante a aula. Intercalando e complementando as explicações da professora.</li> <li>• Seguindo a ABP solicitamos a produção textual a partir da apresentação da questão problema ao final da aula em <i>PowerPoint</i>. O intuito é que os alunos busquem a solução acerca de suas percepções durante as próximas aulas.</li> <li>• <b>Quest. Problema:</b> Uma das</li> </ul>
--	--	--	---	--

			<p><b>Identificação:</b> Projeto ATTO: Observatório da Torre Alta da Amazônia</p> <p><b>Canal do YouTube:</b> Agência FAPESP - 2018</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZbMyUDnDSe8">https://www.youtube.com/watch?v=ZbMyUDnDSe8</a></p>	<p>causas de alagamento em ambientes urbanos é a pavimentação. Sabendo disso, como podemos relacionar a ocorrência dos alagamentos em áreas pavimentadas ao ciclo da água?</p> <p><b>Atividade:</b> Para trabalhar a ludicidade com os alunos e estimular a fixação dos conceitos o “caça-palavra” surge como proposta de atividade complementar para auxiliar no desenvolvimento dos alunos.</p> <p><b>Avaliação:</b> Entrega do questionário ao final da aula para verificar se os alunos desenvolveram a sua aprendizagem sobre o ciclo da água e a contribuição dos vídeos utilizados na percepção dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.</p>
--	--	--	---	---

APÊNDICE H – Plano de Aula

<b>1. Identificação do problema</b> <b>AULA 2</b>		<b>CICLO BIOGEOQUÍMICO: CICLO DO CARBONO</b>		
<b>PROFESSORA:</b> Caroline de Souza Borges <b>DISCIPLINA:</b> Química				<b>CARGA HORÁRIA:</b> 3 HORAS <b>DATA:</b> 19/11/2024
<b>EIXO/ UNIDADE TEMÁTICA:</b> Terra e Universo <b>NÍVEL DE ENSINO:</b> Ensino Médio				<b>SÉRIE:</b> 2º ANO <b>SEMESTRE:</b> 2º
<b>COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.				
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM:</b> Conhecer as principais características químicas do ciclo do carbono, assim como, a compreensão da sua importância para a manutenção da vida no planeta, sua relação com a região amazônica e a identificação das ações antrópicas no cotidiano e suas consequências.				
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAGEM:</b> Caracterizar o ciclo do carbono, destacando a sua relação com a região amazônica, além da identificação em sala de aula de fatos do cotidiano referente às ações antrópicas e suas consequências que contribuem para o desequilíbrio ambiental.				
<b>HABILIDADE</b>	<b>RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM</b>	<b>CONTEÚDO ENVOLVIDO</b>	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	<b>PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS</b>
<b>(EM13CNT105)</b> Analisar os ciclos biogeoquímicos e	• Conhecer as características químicas do ciclo do carbono e	• Características químicas do ciclo do carbono e a conceituação de suas	• Projetor; • Apresentação em <i>Power Point</i> sobre o tema	• Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo do carbono e demais temas relacionados à proposta

<p>interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>	<p>conceituar suas etapas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Compreender a importância do ciclo do carbono e sua relação com a região amazônica;</li> <li>• Apresentar a importância da floresta Amazônica no processo de “Sequestro de Carbono”;</li> <li>• Identificar no espaço escolar a presença de liteiras;</li> <li>• Identificar no cotidiano as consequências geradas a esse ciclo ocasionadas pelas ações antrópicas.</li> </ul>	<p>etapas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• A importância da fotossíntese para o ciclo do carbono;</li> <li>• A relação entre Ciclo do Carbono e a Amazônia; <ul style="list-style-type: none"> <li>- Importância da floresta no processo de “Sequestro de Carbono”.</li> <li>- Importância das liteiras no enriquecimento do solo da floresta.</li> </ul> </li> <li>• A relação das mudanças climáticas com o ciclo do carbono;</li> <li>• Ações antrópicas e suas consequências ao meio ambiente.</li> </ul>	<p>proposto;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caixinha de som;</li> <li>• Vídeos:</li> </ul> <p><b>Identificação:</b> Ciclo do carbono – Saiba como isso acontece!</p> <p><b>Canal do YouTube:</b> Canal Ciências - 2022</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=oh5bt61l85U&amp;t=73s">https://www.youtube.com/watch?v=oh5bt61l85U&amp;t=73s</a></p> <p><b>Identificação:</b> Ciclo do Carbono - Ciclos Biogeoquímicos</p> <p><b>Canal do YouTube:</b> Entender - 2020</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=dTisMzvhOe0&amp;t=2s">https://www.youtube.com/watch?v=dTisMzvhOe0&amp;t=2s</a></p> <p><b>Identificação:</b> O que é sequestro de</p>	<p>didática com a utilização do <i>PowerPoint</i> para ilustrar o conteúdo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de vídeos didáticos para contextualizar os conceitos e a relevância dos temas discutidos durante a aula. Intercalando e complementando as explicações da professora.</li> <li>• Seguindo a ABP solicitamos a produção textual a partir da apresentação da questão problema ao final da aula em <i>PowerPoint</i>. O intuito é que os alunos busquem a solução acerca de suas percepções durante as próximas aulas.</li> </ul> <p><b>Quest. Problema:</b> Como as atividades diárias dos moradores do bairro Armando Mendes influenciam o ciclo do carbono, contribuindo para a emissão de gases de efeito estufa ou o sequestro de carbono na região?</p>
---	--	--	--	---

			<p>carbono?</p> <p><b>Canal do YouTube:</b> USAID Peru - 2021</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=w1vJmX2pGP4">https://www.youtube.com/watch?v=w1vJmX2pGP4</a></p>	<p><b>Atividade:</b> Para trabalhar de forma dinâmica e prática com os alunos utilizamos os espaços da própria escola para identificar a presença de liteiras.</p> <p><b>Avaliação:</b> Entrega do questionário ao final da aula para verificar se os alunos desenvolveram a sua aprendizagem sobre o ciclo do carbono e a contribuição dos vídeos utilizados na percepção dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.</p>
--	--	--	---	---

APÊNDICE I – Plano de Aula

<b>1. Identificação do problema</b> <b>AULA 3</b>		<b>CICLO BIOGEOQUÍMICO: CICLO DO NITROGÊNIO</b>		
<b>PROFESSORA:</b> Caroline de Souza Borges <b>DISCIPLINA:</b> Química				<b>CARGA HORÁRIA:</b> 3 HORAS <b>DATA:</b> 22/11/2024
<b>EIXO/ UNIDADE TEMÁTICA:</b> Terra e Universo <b>NÍVEL DE ENSINO:</b> Ensino Médio				<b>SÉRIE:</b> 2º ANO <b>SEMESTRE:</b> 2º
<b>COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.				
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM:</b> Conhecer as principais características químicas do ciclo do nitrogênio, assim como, a compreensão da sua importância para a manutenção da vida no planeta, sua relação com a região amazônica e a identificação das ações antrópicas no cotidiano e suas consequências.				
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAGEM:</b> Caracterizar o ciclo do nitrogênio, destacando a sua relação com a região amazônica, além da identificação em sala de aula de fatos do cotidiano referente às ações antrópicas e suas consequências que contribuem para o desequilíbrio ambiental.				
<b>HABILIDADE</b>	<b>RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM</b>	<b>CONTEÚDO ENVOLVIDO</b>	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	<b>PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS</b>
<b>(EM13CNT105)</b> Analisar os ciclos	• Conhecer as características químicas	• Características químicas do ciclo do nitrogênio e	• Projetor; • Apresentação em	• Aula expositiva e dialogada sobre o ciclo do nitrogênio e demais

<p>biogeoquímicos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>	<p>do ciclo do nitrogênio e conceituar suas etapas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Conhecer os tipos de fixação do nitrogênio;</li> <li>• Identificar os nódulos nas raízes formados pelas bactérias simbióticas: Rhizobium e Bradyrhizobium, conhecidas como rizóbios;</li> <li>• Compreender a importância do ciclo do nitrogênio e sua relação com a região amazônica;</li> <li>• Identificar no cotidiano as consequências geradas a esse ciclo ocasionadas pelas ações antrópicas.</li> </ul>	<p>a conceituação de suas etapas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tipos de fixação <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fixação biológica;</li> <li>- Fixação física;</li> <li>- Fixação Industrial.</li> </ul> </li> <li>• A importância das raízes leguminosas e a finalidade das bactérias simbióticas;</li> <li>• Relação entre Ciclo do Nitrogênio e a Amazônia;</li> </ul> <p>- Importância do nitrogênio para o crescimento das plantas.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ações antrópicas e suas consequências ao meio ambiente.</li> <li>• Eutrofização e seus danos aos ambientes aquáticos.</li> </ul>	<p>PowerPoint sobre o tema proposto;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Caixinha de som;</li> <li>• Vídeos:</li> </ul> <p><b>Identificação:</b> Ciclo do nitrogênio – O elemento vital para a agricultura e à vida!</p> <p><b>Canal do YouTube:</b> Canal Ciências - 2022</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=zjCs1myarhc">https://www.youtube.com/watch?v=zjCs1myarhc</a></p> <p><b>Identificação:</b> Ciclo no nitrogênio – Como funciona?</p> <p><b>Canal do YouTube:</b> Toda Matéria - 2024</p> <p><b>Link:</b> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=2x-dAJsVW78&amp;t=7s">https://www.youtube.com/watch?v=2x-dAJsVW78&amp;t=7s</a></p>	<p>temas relacionados à proposta didática com a utilização do PowerPoint para ilustrar o conteúdo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Utilização de vídeos didáticos para contextualizar os conceitos e a relevância dos temas discutidos durante a aula. Intercalando e complementando as explicações da professora.</li> <li>• Seguindo a ABP solicitamos a produção textual a partir da apresentação da questão problema ao final da aula em PowerPoint. O intuito é que os alunos busquem a solução acerca de suas percepções durante as próximas aulas.</li> </ul> <p><b>Quest. Problema:</b> Como as práticas urbanas dos moradores do bairro Armando Mendes estão impactando o ciclo do nitrogênio, particularmente em relação à poluição do solo e nos corpos</p>
--	--	--	---	---

				<p>d'água na região?</p> <p><b>Atividade:</b> Para trabalhar a ludicidade com os alunos e o desenvolvimento cognitivo o “quebra-cabeça” surge como proposta de atividade complementar, voltado para a colaboração em grupo na montagem correta da imagem correspondente ao ciclo do nitrogênio.</p> <p><b>Avaliação:</b> Entrega do questionário ao final da aula para verificar se os alunos desenvolveram a sua aprendizagem sobre o ciclo do nitrogênio e a contribuição dos vídeos utilizados na percepção dos alunos no processo de ensino-aprendizagem.</p>
--	--	--	--	---

APÊNDICE J – Plano de Aula

<b>2. Contexto Problemático</b> <b>AULA 4</b>		<b>OFICINAS PEDAGÓGICAS SOBRE CICLOS BIOGEOQUÍMICOS</b>		
<b>PROFESSORA:</b> Caroline de Souza Borges <b>DISCIPLINA:</b> Química				<b>CARGA HORÁRIA:</b> 5 HORAS <b>DATA:</b> 03/12/2024
<b>EIXO/ UNIDADE TEMÁTICA:</b> Terra e Universo <b>NÍVEL DE ENSINO:</b> Ensino Médio				<b>SÉRIE:</b> 2º ANO <b>SEMESTRE:</b> 2º
<b>COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.				
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM:.</b> Oferecer aos alunos um cenário para que eles possam ter experiências práticas e dinâmicas relacionadas ao tema ciclos biogeoquímicos, permitindo que os alunos observem, identifiquem e por meio dessa interação, formulem possíveis soluções para as questões-problema levantadas nas aulas expositivas.				
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAGEM:</b> Construir um cenário em sala de aula a partir de uma oficina pedagógica com atividades práticas que relacione teoria e prática sobre os ciclos biogeoquímicos.				
<b>HABILIDADE</b>	<b>RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM</b>	<b>CONTEÚDO ENVOLVIDO</b>	<b>RECURSOS DIDÁTICOS</b>	<b>PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS</b>
<b>(EM13CNT105)</b> Analisar os ciclos biogeoquímicos e	<ul style="list-style-type: none"> <li>Propor atividades práticas nas oficinas pedagógicas para que os</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Observação dos nódulos em raízes leguminosas, abordando a fixação</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mudas de ingá, amostras de raízes de leguminosas com</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participação efetiva dos alunos durante a realização das atividades</li> </ul>

<p>interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>	<p>alunos possam observar e identificar os conceitos científicos, relacionando teoria e prática.</p>	<p>biológica do nitrogênio;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Montagem do terrário;</li> <li>• Interação das plantas em diferentes tipos de solo;</li> <li>• Experimento envolvendo a infiltração da água em diferentes tipos de solo.</li> </ul>	<p>bactérias do gênero <i>Rhizobium</i>, conchas do mar, garrafa PET, muda de fittonia e outras espécies de pequeno porte, pedras, terra preta com minhocas, musgo, lascas de madeiras, copos descartáveis, areia (solo arenoso), barro (solo argiloso) e amostras de plantação com milho de pipoca de pipoca.</p>	<p>práticas desenvolvidas nas oficinas pedagógicas;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Produção do mapa mental;</li> <li>• Utilização de rubrica para avaliar.</li> </ul>
---	--	--	--	---

APÊNDICE K – Plano de Aula

3. Investigação AULA 5		MOMENTO INVESTIGAÇÃO		
<b>PROFESSORA:</b> Caroline de Souza Borges <b>DISCIPLINA:</b> Química				<b>CARGA HORÁRIA:</b> 3 HORAS <b>DATA:</b> 04/12/2024
<b>EIXO/ UNIDADE TEMÁTICA:</b> Terra e Universo <b>NÍVEL DE ENSINO:</b> Ensino Médio				<b>SÉRIE:</b> 2º ANO <b>SEMESTRE:</b> 2º
<b>COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.				
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM:.</b> Investigar e resolver as questões-problema em grupo, a partir de perguntas que se assemelham a situações reais que influenciam o ciclo da água, do carbono e do nitrogênio.				
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAGEM:</b> Promover um momento investigativo a respeito das questões-problema com intuito de formular possíveis respostas em grupo.				
HABILIDADE	RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM	CONTEÚDO ENVOLVIDO	RECURSOS DIDÁTICOS	PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS
<b>(EM13CNT105)</b> Analisar os ciclos biogeoquímicos e interpretar os	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover momento de investigação em grupo, realizando pesquisas para solucionar as questões-problema.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Questões-problema formuladas a partir de perguntas que se assemelham a situações reais que influenciam o</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Livro didático, artigos, pesquisas na internet, etc.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participação efetiva dos alunos, trabalho em equipe e proatividade;</li> <li>Acompanhamento por rubrica;</li> <li>Análise das respostas das questões-problema.</li> </ul>

efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.		ciclo da água, do carbono e do nitrogênio.		
--	--	--	--	--

4. Discussão e Reflexão AULA 6		CONFEÇÃO DE CARTAZES E COMUNICAÇÃO ORAL		
PROFESSORA: Caroline de Souza Borges DISCIPLINA: Química				CARGA HORÁRIA: 5 HORAS DATA: 13/12/2024
EIXO/ UNIDADE TEMÁTICA: Terra e Universo NÍVEL DE ENSINO: Ensino Médio				SÉRIE: 2º ANO SEMESTRE: 2º
<b>COMPETÊNCIAS ESPECÍFICAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS:</b> Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.				
<b>OBJETIVO DE APRENDIZAGEM:</b> Promover aos alunos a auto-avaliação em relação ao processo de aprendizagem vivenciado, identificando as causas advindas das ações antrópicas, compartilhando oralmente em grupo as soluções encontradas em relação às questões-problema, estimulando a criatividade no processo de confecção dos cartazes conforme suas concepções e os conceitos compreendidos.				
<b>RESULTADOS ESPERADOS DE APRENDIZAGEM:</b> Desenvolver a auto-avaliação em relação ao processo de aprendizagem vivenciado pelos alunos e a interação dos conhecimentos prévios com os novos conhecimentos, a partir da resolução das questões-problema.				
HABILIDADE	RESULTADOS PRETENDIDOS DA APRENDIZAGEM	CONTEÚDO ENVOLVIDO	RECURSOS DIDÁTICOS	PROCEDIMENTOS E ATIVIDADES AVALIATIVAS
(EM13CNT105) Analisar os ciclos biogeoquímicos e	<ul style="list-style-type: none"> <li>Promover a interação dos saberes e a criatividade entre os estudantes,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ciclos Biogeoquímicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>cartolina, pincéis, canetas, marcador de texto, régua, lápis de cor,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Participação efetiva dos alunos, trabalho em equipe e proatividade;</li> <li>Confecção de cartazes e apresentação oral;</li> </ul>

<p>interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.</p>	<p>no processo de confecção dos cartazes;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apresentação dos grupos para promover a discussão e reflexão sobre o tema ciclos biogeoquímicos.</li> </ul>		<p>tesouras, imagens impressas no papel sulfite relacionadas aos ciclos, essas imagens foram impressas no papel sulfite.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acompanhamento por rubrica;</li> <li>• Aplicação do questionário final.</li> </ul>
---	--	--	--	---



The image features a water cycle-themed word search puzzle. At the top left, there is a cartoon illustration of a smiling Earth globe and a blue water droplet with a face. The title "CICLO DA ÁGUA" is written in large, bold, blue letters. Below the title is a 15x15 grid of letters. Several words from the water cycle are highlighted in yellow within the grid. At the bottom, there is a word bank consisting of 16 yellow rounded rectangles, each containing a word related to the water cycle. In the bottom right corner, there is a small illustration of a water droplet with a circular arrow inside, symbolizing the cycle.

## CICLO DA ÁGUA

P R E C I P I T A Ç Ã O C V U  
 R G I N F I L T R A Ç Ã O G V  
 A T A F K G U X S U L D S Y H  
 W A L V U A Y K A S I S I O K  
 C W G L W S D P R L H L R C M  
 O N I R I O S V O A D O R E S  
 N Y Q W I S I S A H P M G A N  
 D C D W K O Á G U A Q M H N O  
 E H N C S P P W V G R A E O I  
 N U V E N S C O Ã Ç R O S B A  
 S V U A W O L Í Q U I D O I A  
 A A Y D I V D L A G E L W L O  
 Ç D K F I E V A P O R A Ç Ã O  
 Ã C W D N I V O R O U S Ã D F  
 O I A O Ã Ç A R I P S N A R T

**PRECIPITAÇÃO**      **VAPOR**      **LÍQUIDO**      **RIOS VOADORES**  
**TRANSPIRAÇÃO**      **OCEANO**      **EVAPORAÇÃO**      **ÁGUA**  
**CHUVA**      **NUVENS**      **CONDENSAÇÃO**      **GASOSO**  
**SOLIDO**      **INFILTRAÇÃO**      **ABSORÇÃO**      **VIDA**



### CICLO DA ÁGUA

**Qual das seguintes etapas não faz parte do ciclo da água?**

- a) Evaporação
- b) Infiltração
- c) Fotossíntese
- d) Precipitação

**Qual das seguintes opções representa uma forma de precipitação?**

- a) Calor
- b) Vapor
- c) Poça
- d) Chuva

**Como a destruição da Floresta Amazônica pode impactar o ciclo da água?**

- a) Aumentando a evapotranspiração, melhorando o transporte de vapor d'água
- b) Reduzindo a quantidade de vapor d'água na atmosfera, impactando as chuvas
- c) Não afeta o ciclo da água, pois ele é autossustentável
- d) Apenas altera a umidade dentro da própria floresta

**Como a destruição da Floresta Amazônica pode afetar os "rios voadores"?**

- a) Aumenta a quantidade de vapor d'água na atmosfera
- b) Torna o ciclo da água mais eficiente
- c) Não interfere no transporte de vapor d'água
- d) Diminui a capacidade de transporte de umidade para outras regiões

**Os vídeos didáticos apresentados contribuíram para o seu entendimento sobre o ciclo da água? Justifique sua resposta.**

## APÊNDICE O: Questionário pós-aula



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
CAMPUS MANAUS CENTRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO



### CICLO DO CARBONO

**As plantas absorvem carbono da atmosfera durante qual processo?**

- a) Respiração
- b) Fermentação
- c) Combustão
- d) Fotossíntese

**Qual é o principal gás de efeito estufa envolvido no ciclo do carbono?**

- a) Metano ( $\text{CH}_4$ )
- b) Dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ )
- c) Oxigênio ( $\text{O}_2$ )
- d) Nitrogênio ( $\text{N}_2$ )

**Qual é o papel da Floresta Amazônica no ciclo do carbono?**

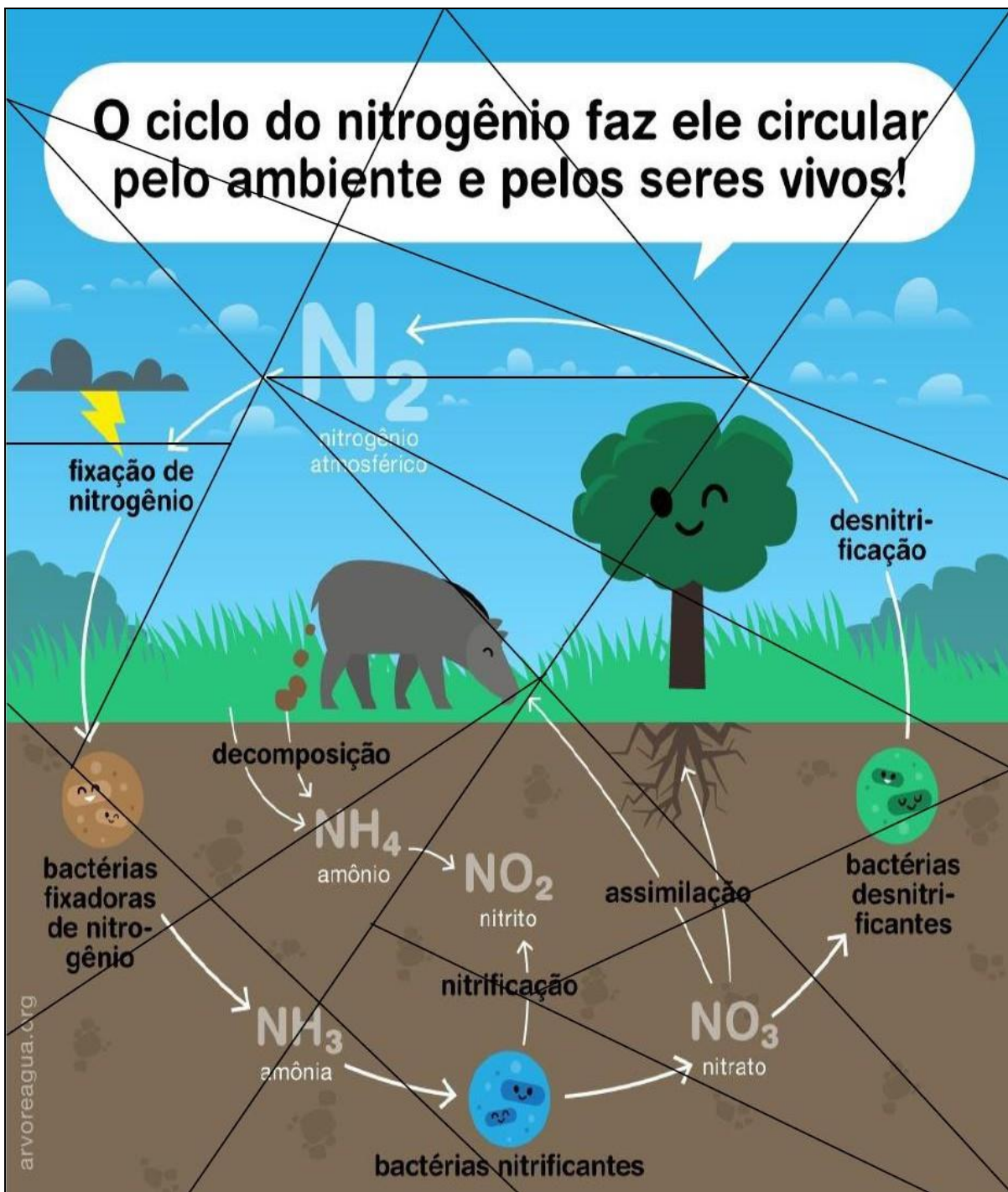
- a) Liberar dióxido de carbono na atmosfera em grandes quantidades
- b) Atuar como sequestradora de carbono, absorvendo  $\text{CO}_2$  da atmosfera
- c) Não ter impacto significativo no ciclo do carbono
- d) Produzir carbono em forma de combustíveis fósseis

**Além das árvores, onde o carbono é armazenado na Floresta Amazônica?**

- a) No solo e na matéria orgânica em decomposição
- b) Apenas no ar da floresta
- c) Nos corpos de água e rios
- d) Exclusivamente nas raízes das árvores

**Os vídeos didáticos apresentados contribuíram para o seu entendimento sobre o ciclo do carbono? Justifique sua resposta.**

APÊNDICE P: Quebra-cabeça sobre o ciclo do nitrogênio



## APÊNDICE Q: Questionário pós-aula



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA INSTITUTO FEDERAL DE  
EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO AMAZONAS  
CAMPUS MANAUS CENTRO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO TECNOLÓGICO



### CICLO DO NITROGÊNIO

**Qual processo é responsável pela conversão do nitrogênio atmosférico (N<sub>2</sub>) em formas utilizáveis por plantas?**

- a) Nitrificação
- b) Fixação biológica
- c) Desnitrificação
- d) Amonificação

**Quais são os principais tipos de fixação do nitrogênio que ocorrem no ciclo do nitrogênio?**

- a) Fixação biológica, fixação industrial e fixação atmosférica
- b) Fixação biológica, nitrificação e desnitrificação
- c) Fixação industrial, desnitrificação e amonificação
- d) Fixação biológica, amonificação e nitrificação

**Qual é o papel da Floresta Amazônica no ciclo do nitrogênio?**

- a) Converter nitrogênio atmosférico diretamente em oxigênio
- b) Absorver nitrogênio diretamente da atmosfera sem processos intermediários
- c) Reduzir a quantidade de nitrogênio no solo por processos de combustão
- d) Promover a fixação de nitrogênio no solo por meio de microrganismos e raízes de plantas para contribuir com o crescimento das plantas

**Como o desmatamento afeta o ciclo do nitrogênio na Amazônia?**

- a) Aumenta a quantidade de nitrogênio disponível no solo
- b) Reduz a fixação biológica de nitrogênio pelas plantas e microrganismos
- c) Intensifica os processos de regeneração do nitrogênio atmosférico
- d) Não altera os processos naturais do ciclo do nitrogênio

**Os vídeos didáticos apresentados contribuiram para o seu entendimento sobre o ciclo do nitrogênio? Justifique sua resposta.**

APÊNDICE R: Questionário final



**PROJETO: “CICLOS BIOGEOQUÍMICOS E A AMAZÔNIA: PROPOSTAS DE ATIVIDADES PRÁTICAS PARA O ENSINO DE QUÍMICA”**

**QUESTIONÁRIO FINAL  
PÓS-IMPLEMENTAÇÃO DA PROPOSTA DIDÁTICA**

**NOME:** \_\_\_\_\_

**Você gostou das atividades sugeridas?**

( ) SIM ( ) NÃO

**1. Qual das oficinas você gostou mais?**

( ) construção do terrário.

( ) observação dos nódulos em raízes leguminosas. ( ) identificação de liteiras no espaço escolar.

( ) a infiltração da água em solos diferentes.

( ) a interação dos diferentes tipos de solo no desenvolvimento das plantas.

**2. Os conjuntos de atividades sugeridas pela professora contribuíram com seus conhecimentos sobre ciclos biogeoquímicos?**

( ) SIM ( ) NÃO

**3. No que se refere à dinâmica das oficinas, em sua concepção:**

( ) Ruim ( ) Regular ( ) Boa ( ) Ótima

**4. As aulas e as oficinas pedagógicas melhoraram a sua compreensão sobre a temática “ciclos biogeoquímicos”?**

( ) SIM ( ) NÃO

Justifique sua resposta:

---

---

---

**Questões sobre seus conhecimentos após a sua participação em todas as atividades práticas implementadas em sala de aula.**

**5. O que são ciclos biogeoquímicos?**

---

---

---

**6. Marque o ciclo que você mais possui facilidade em compreender:**

( ) ciclo da água      ( ) ciclo do carbono      ( ) ciclo do nitrogênio

**7. Quais são as consequências das queimadas e do desmatamento para a floresta Amazônica e como essas ações antrópicas afetam os ciclos biogeoquímicos?**

---

---

---

**8. Agora você sabe identificar a presença dos ciclos biogeoquímicos na floresta amazônica?**

( ) SIM      ( ) NÃO

**Se sim, então descreva:**

---

---

---

**9. Como os rios voadores influenciam no clima e nas chuvas em diferentes regiões do Brasil?**

---

---

---

**10. Qual é a importância do ciclo da água para a floresta Amazônica?**

---

---

**11. Qual é a importância do ciclo do carbono para a floresta Amazônica?**

---

---

---

**12. O que é fotossíntese?**

---

---

---

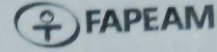
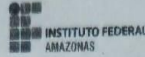
### **13. O que são Rios Voadores?**

- a) correntes de ar que transportam vapor de água.
- b) rios que atravessam áreas montanhosas.
- c) formação de nuvens em regiões afastadas.
- d) curso d'água alimentados por geleiras.

**Obrigada pela participação!**

## **ANEXO**

ANEXO A – Lista de frequência



LISTA DE FREQUÊNCIA

1	Alma Eduarda R. dos Santos
2	Lidia Fabricio da S. Freitas
3	Geovana Spino Douçado Folgado
4	Sergio Otavio Silva dos Santos
5	Maximiliano Vitorino Alves Romão
6	Évelyn do SILVA FREITAS
7	Leandro Roberto dos Santos
8	Leandro da Silva Souza
9	Yara Natally Almeida Nunes
10	Isaac Francisco Gomes
11	Tysha Satay Vasquez Delgado
12	ESAPC NUNES DOS SANTOS
13	Josilaine Soares de Oliveira
14	Vanessa Marcelly V. dos Santos
15	Josua Gomes Almeida
16	Ana Beatriz Pimentel de Andrade
17	Clara Aguiar dos Santos
18	Jessica Cristina de Souza Lima
19	Matheus Kenedem
20	Romário Pinheiro Pessoa
21	João Vinício
22	Leandro Daniel Cassio De Vasconcelos
23	Sone Andrew de Holanda Oliveira
24	Victor de Souza Oliveira
25	Victoria Santos dos Santos
26	VICTORIA ESTER MACIEL
27	Yasmin Alexandra J. Pedrosa
28	Camila Martins Delgado
29	Isis Clarissa Oliveira da Silva
30	Guilherme Cunha do Silva
31	Guilherme Emanuel Pimenta Romão da Silva
32	
33	
34	
35	
36	
37	
38	
39	
40	