

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Luciana da Silva Gandra

**ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE
IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS):
uma abordagem investigativa para a educação ambiental no ensino médio**

Belo Horizonte

2025

Luciana da Silva Gandra

**ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE
IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS):
uma abordagem investigativa para a educação ambiental no ensino médio**

Trabalho de Conclusão de Mestrado – TCM
apresentado ao Programa de Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em Rede
Nacional – PROFBIO, do Instituto de Ciências
Biológicas – ICB, da Universidade Federal de
Minas Gerais – UFMG, como requisito parcial
à obtenção do título de Mestre em Ensino de
Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Linha de pesquisa: Origem da vida, evolução,
ecologia e biodiversidade

Macroprojeto: Botânica na escola

Orientador: Prof. Dr. Cleber Cunha Figueredo

Belo Horizonte

2025

043

Gandra, Luciana da Silva.

Algas e cianobactérias como indicadoras de impacto ambiental no Rio Maquiné (Catas Altas): uma abordagem investigativa para a educação ambiental no Ensino Médio [manuscrito] / Luciana da Silva Gandra. – 2025. 95 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientador: Prof. Dr. Cleber Cunha Figueredo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Alga. 3. Cianobactérias. 4. Educação em Saúde Ambiental. 5. Plano do Trabalho Docente. I. Figueredo, Cleber Cunha. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COLEGIADO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE BIOLOGIA
FOLHA DE APROVAÇÃO

"ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS): UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA A EDUCAÇÃO AMBIENTAL NO ENSINO MÉDIO "

LUCIANA DA SILVA GANDRA

Dissertação de Mestrado defendida e aprovada no dia **28 de março de 2025**, às **10:00 horas**, pela Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia da Universidade Federal de Minas Gerais, constituída pelos seguintes professores:

PROF. DR. CLEBER CUNHA FIGUEREDO

UFMG

PROFA. DRA. LUSSANDRA MARTINS GIANASI

UFMG

PROFA. DRA. PAULINA MARIA MAIA BARBOSA

UFMG

Belo Horizonte, 17 de abril de 2025

Alfredo Hannemann Wieloch
COORDENADOR PROFBIO-ICB/UFMG



Documento assinado eletronicamente por **Alfredo Hannemann Wieloch**, Coordenador(a) de curso de pós-graduação, em 22/04/2025, às 10:40, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **4146865** e o código CRC **6861055F**.

AGRADECIMENTO À CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela vida. Aos meus pais, que, não tiveram a oportunidade de concluir o ensino fundamental II, mas fizeram o possível para que meus irmãos e eu pudéssemos concluir o ensino médio, sempre nos incentivando a estudar e a seguirmos nossos sonhos.

Ao meu orientador, o querido Professor Dr. Cleber Cunha Figueredo, expresso minha profunda gratidão por sua dedicação, pela confiança em mim, pelas valiosas contribuições e por sua leveza, que foram essenciais para o desenvolvimento e conclusão deste trabalho.

Ao meu esposo, Daniel, por seu amor, amizade, parceria, paciência e apoio incondicional ao longo de mais de vinte anos. Desde o incentivo para cursar o pré-vestibular, passando pela aprovação na UFMG, as ausências durante a licenciatura e o bacharelado, o encorajamento para ingressar no mestrado quase 10 após a conclusão da graduação, e principalmente, pelo maior presente que eu poderia ter recebido na vida: o nosso incrível filho João, o maior amor das nossas vidas, que, com apenas 5 anos de idade, compreendeu que os nossos estudos são importantes para o nosso crescimento pessoal e profissional, convivendo com a ausência do papai às quintas e sextas-feiras, e da mamãe aos domingos e segundas, enquanto nós dois nos dedicávamos ao mestrado. Hoje, aos 8 anos, comemora conosco nossas conquistas!

Aos professores do PROFBIO, por se esforçarem para abordar e aprofundar tantos conteúdos em tão poucas aulas.

Aos colegas mestrados da turma de 2023, pelas conversas, pelas trocas de conhecimentos, e incentivo que foram essenciais nos momentos mais difíceis. Agradecimento especial a Patrícia, Márcia, Cristiane e Alysson, que foram companheiros em quase todas as atividades em grupo desde a nossa primeira aula.

Aos alunos do “Terceirão” 2023 da Escola Estadual Alzira Ayres Pereira, que participaram da aplicação da sequência didática, mesmo enfrentando o cansaço do final de seu último ano escolar.

Agradeço ainda aos meus irmãos, amigos e a todos que, de alguma forma, estiveram ao meu lado e torceram para que mais essa etapa fosse concluída.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) – Brasil – Código de Financiamento 001, pelo apoio financeiro na realização desse trabalho.

RELATO DA MESTRANDA

Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais

Mestranda: Luciana da Silva Gandra

Título do TCM: ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS): uma abordagem investigativa para a educação ambiental no ensino médio

Data da defesa: 28/03/2025

Desde a infância, sempre me interessei pela área de Ciências e Biologia, quando meus programas de televisão favoritos eram aqueles relacionados à natureza. A decisão de me tornar professora surgiu no 6º ano do ensino fundamental II, inspirada pelas aulas de Ciências do professor Marcelo Soares.

Concluí o ensino médio em 2002 e, logo em seguida, comecei a trabalhar para contribuir com as despesas de casa, mas mantive o sonho de cursar a faculdade de Ciências Biológicas. Em 2006, retomei os estudos, embora tenha sido muito difícil conciliar o trabalho com o curso pré-vestibular. No final de 2008, após quatro tentativas, finalmente fui aprovada no vestibular da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Concluí a Licenciatura em 2013 e o Bacharelado em 2014. Durante a graduação, fui orientada pelo professor Dr. Cleber Cunha Figueredo em meu Trabalho de Conclusão de Curso (TCC), e foi nesse período que surgiu o desejo de cursar o mestrado na mesma instituição.

Contudo, antes de me inscrever para o Processo Seletivo do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Botânica do ICB, fui aprovada em um Concurso Público da Secretaria Estadual de Educação de Minas Gerais para o cargo de professora de Ciências e Biologia em Catas Altas, a 120 km de Belo Horizonte. Mudei de cidade, me casei, tive um filho e adiei o sonho do mestrado, pensando que talvez algum dia surgiria uma nova oportunidade.

Em 2021, oito anos após concluir a licenciatura, ao pesquisar sobre programas de mestrado na área da educação, conheci o PROFBIO e fiquei encantada ao ver que alguns dos meus antigos professores, incluindo o querido Dr. Cleber, faziam parte do corpo docente. Infelizmente não pude participar do processo seletivo naquele ano, mas decidi que tentaria no ano seguinte. No final de 2022 fui aprovada para ingressar na turma de 2023 do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia na UFMG. Antes mesmo de efetuar a matrícula, enviei um e-mail para o professor Cleber, convidando-o para ser meu orientador nessa nova jornada.

Os dois anos seguintes foram desafiadores: viagens semanais para as aulas presenciais em Belo Horizonte, leituras extensas para a realização das atividades avaliativas das disciplinas obrigatórias e optativas, a elaboração, aplicação e apresentação das Atividades de Aplicação em Sala de Aula (AASA's), a escrita e execução do projeto de Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) e os intensos estudos para as avaliações eliminatórias de qualificação. Tudo isso, sendo mãe de uma criança de seis anos, esposa, dona de casa e trabalhando em duas escolas públicas, nas quais atuo como professora de Ciências no Ensino Fundamental II e de Biologia no Ensino Médio. Atualmente tenho cerca de 300 alunos com idades entre 11 e 20 anos e preciso lidar diariamente com suas individualidades, seus desafios e potencialidades. É necessário ter muita sensibilidade e empatia para, além de ensinar os conteúdos, mediar conflitos, incentivar o pensamento crítico, despertar a curiosidade e contribuir para o desenvolvimento de habilidades socioemocionais. Entre os obstáculos, destacam-se o desinteresse de muitos alunos, o uso excessivo do celular na sala de aula e a dificuldade de contar com o apoio das famílias. Ainda assim, tenho alunos incríveis, que me inspiram a continuar na busca por metodologias que favoreçam o seu aprendizado. A docência é uma profissão desafiadora, porém muito gratificante.

Com muito esforço, dedicação, apoio da minha família, colaboração dos colegas de turma e a orientação cuidadosa do professor Cleber, concluo, com imensa satisfação, mais essa etapa da minha trajetória pessoal e profissional.

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo promover o ensino sobre algas e cianobactérias no contexto da educação ambiental para estudantes de Ensino Médio, buscando aprofundar o entendimento sobre a diversidade, as interações e a importância desses organismos. Uma sequência didática sobre o tema foi desenvolvida e aplicada aos estudantes de uma turma de 3º ano do ensino médio de uma escola estadual de Minas Gerais. A sequência didática foi estruturada para ser aplicada em seis aulas de 50 minutos, contemplando diversos tipos de atividades como a aplicação de um questionário para levantamento de conhecimentos prévios acerca de algas e cianobactérias, aula expositiva dialogada, pesquisa na internet, rodas de conversa, elaboração de hipóteses, saída de campo, aplicação de um protocolo de avaliação rápida da saúde de rios e lagoas, coleta de amostras de perifíton, observação de algas e cianobactérias ao microscópio óptico, discussão de resultados, confecção de modelos didáticos de microalgas e elaboração de folders educativos que foram distribuídos para a comunidade escolar com o intuito de promover a divulgação do conhecimento adquirido pelos estudantes. Os resultados demonstraram que a sequência didática foi eficaz em fomentar reflexões e debates sobre a necessidade da conservação de ecossistemas aquáticos, com destaque para o Rio Maquiné, que apresenta diferentes graus de impactos ambientais decorrentes da ação humana. Foi possível enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, promovendo a participação ativa dos estudantes, estimulando sua capacidade de análise crítica, além de fortalecer a importância das metodologias ativas no ensino de Biologia. O foco na educação ambiental contribuiu para a formação de cidadãos conscientes e comprometidos com a conservação do meio ambiente e a busca por um futuro sustentável.

Palavras-chave: Algas; cianobactérias; educação ambiental; sequência didática.

ABSTRACT

The objective of this study was to promote teaching about algae and cyanobacteria with a focus on environmental education for high school students, in order to allow a deeper understanding of the diversity, interactions and importance of these organisms. For this purpose, a Didactic Sequence on this topic was developed, applied to students of a 3rd year high school class at a state school in Minas Gerais. The teaching sequence was designed to be applied during six 50-minute classes and included several types of activities, such as the application of a questionnaire to assess students' prior knowledge about algae and cyanobacteria, a lecture-based discussion, internet research, discussion groups, hypothesis development, in situ classes at sampling sites, application of a protocol for rapid assessment of the health of rivers and lakes, periphyton sampling, observation of algae and cyanobacteria under an optical microscope, discussion of results, creation of teaching models of microalgae, and creation of educational folders that were distributed to the school community with the aim of promoting the dissemination of the knowledge acquired by students. The results demonstrated that this teaching sequence was effective in generating and fostering reflections and debates on the need to conserve aquatic ecosystems, with emphasis on the Maquiné River, which has stretches under varying degrees of environmental impacts resulting from human action. It was possible to enrich the teaching-learning process, promoting the active participation of students, stimulating their capacity for critical analysis, in addition to strengthening the importance of active methodologies in the teaching of Biology. The focus on environmental education contributed to the formation of citizens who are more aware and committed to environmental conservation and the search for a future with greater sustainability.

Keywords: Algae; cyanobacteria; environmental education; didactic sequence.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Quadro 1 – Síntese das atividades realizadas durante a aplicação da Sequência Didática.....	21
Figura 1: Imagem de satélite mostrando a localização da EE Alzira Ayres Pereira e dos pontos de amostragem de perifiton em Catas Altas, Minas Gerais.....	23
Figura 2: Roda de conversa sobre a pesquisa, com intervenções da professora.....	24
Figura 3: Protocolo de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas.....	25
Figura 4: Ponto de amostragem 1: Cachoeira do Maquiné.....	26
Figura 5: Aplicação do protocolo no ponto de amostragem 1.....	26
Figura 6: Coleta de rochas contendo perifiton no ponto de amostragem 1.....	27
Figura 7: Ponto de amostragem 2: Rio Maquiné.....	27
Figura 8: Aplicação do Protocolo no ponto de amostragem 2.....	28
Figura 9: Coleta de rochas contendo perifiton no ponto de amostragem 2.....	28
Figura 10: Remoção de perifiton das rochas coletadas no ponto de amostragem 1.....	29
Figura 11: Fixação de amostra com solução de lugol acético.....	29
Figura 12: Observação de microalgas e cianobactérias ao microscópio óptico.....	30
Figura 13: Roda de conversa para análise de hipóteses e discussão de resultados.....	30
Figura 14: Comparativo das respostas dos estudantes para as nove perguntas fechadas do questionário para levantamento de conhecimentos prévios sobre algas e cianobactérias.....	33
Figura 15: Fotografia da resposta de um dos estudantes para a questão 10 do questionário para levantamento de conhecimentos prévios.....	36
Figura 16: Fotografia da resposta de outro estudante para a questão 10 do questionário para levantamento de conhecimentos prévios.....	37
Quadro 2 – Relação das hipóteses elaboradas pelos estudantes.....	39
Figura 17: Resultado do protocolo aplicado no ponto de amostragem 1.....	40
Figura 18: Resultado do protocolo aplicado no ponto de amostragem 2.....	42
Figura 19: Alga do gênero <i>Cosmarium</i> observada ao microscópio óptico.....	46
Figura 20: Alga do gênero <i>Ulnaria</i> ao microscópio óptico.....	46
Figura 21: Confecção dos modelos didáticos de microalgas.....	47
Figura 22: Modelo didático de microalga do gênero <i>Cosmarium</i> confeccionado pelos estudantes.....	48
Figura 23: Modelo didático de microalga do gênero <i>Ulnaria</i> confeccionado pelos estudantes.....	48
Figura 24: Lado externo do folder produzido pelos estudantes do grupo 1.....	50
Figura 25: Lado interno do folder produzido pelos estudantes do grupo 1.....	50

Figura 26: Lado externo do folder produzido pelos estudantes do grupo 2.....	51
Figura 27: Lado interno do folder produzido pelos estudantes do grupo 2.....	51
Figura 28: Divulgação dos <i>folders</i> educativos no perfil da Escola Estadual Alzira Ayres Pereira em rede social.....	52
Figura 29: Comparativo das respostas dos estudantes para as nove perguntas fechadas do questionário reaplicado após a sequência didática.....	53
Figura 30: Resposta de um dos estudantes à questão 10 do questionário reaplicado após a conclusão da SD.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AASA – Atividade de aplicação em sala de aula

BNCC – Base Nacional Curricular Comum

CC – Ciência cidadã

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

COVID-19 – Corona Virus Disease-2019

EA – Educação ambiental

ICB – Instituto de Ciências Biológicas

LC – Letramento científico

N – Nitrogênio

P – Fósforo

PNEA – Política Nacional de Educação Ambiental

PROFBIO – Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

SD – Sequência didática

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecimento

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecimento

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
2. OBJETIVO GERAL	20
2.1. Objetivos específicos	20
3. METODOLOGIA	21
3.1. Elaboração da Sequência didática	21
3.2. Aplicação da Sequência Didática: Relato de experiência	22
3.2.1. Público alvo e local de realização do trabalho	22
3.2.2. Detalhamento das atividades realizadas	24
4. ASPECTOS ÉTICOS	31
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
5.1 Levantamento de conhecimentos prévios	32
5.2 Roda de conversa após pesquisa extraclasse realizada na internet	37
5.3 Aula de campo: Coleta de amostras de perifíton e aplicação do protocolo	40
5.4 Observação das amostras ao microscópio óptico	43
5.5 Roda de conversa para discussão das hipóteses levantadas pelos alunos	44
5.6 Confeção dos modelos didáticos de microalgas	45
5.7 Folders educativos sobre as algas e as cianobactérias	49
5.8 Resultado do questionário aplicado após o desenvolvimento da sequência didática	52
5.9 Relatório dos estudantes sobre a sequência didática	55
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55
REFERÊNCIAS	57
APÊNDICE A	63
APÊNDICE B	65
APÊNDICE C	70
APÊNDICE D	75

1. INTRODUÇÃO

A botânica, uma das disciplinas essenciais da biologia, concentra-se no estudo das plantas, fungos, algas e cianobactérias. Um dos objetivos primordiais do ensino de botânica é promover a compreensão de conceitos fundamentais da biologia, como fotossíntese, teia alimentar, fluxo de energia, classificação biológica e evolução (URSI *et al.*, 2018). Logo, o enfoque das aulas de botânica na educação básica, em Minas Gerais, é principalmente direcionado ao estudo de plantas e fungos em detrimento de algas, cianobactérias e outros microrganismos.

O termo alga foi formalmente introduzido como categoria taxonômica em 1753, por Lineu. Considerando os padrões atuais de detalhamento taxonômico, esse termo é extremamente vago e é inadequado quando se deseja tratar estes organismos como um grupo taxonômico, pois engloba uma ampla variedade de organismos com características muito diversas em termos de morfologia, reprodução, fisiologia e ecologia (BICUDO; MENEZES, 2006). Apesar disso, como um termo vulgar, a palavra alga é útil no ensino de biologia para separar um grupo de organismos fotossintetizantes bastante diferente das plantas (briófitas, pteridófitas e fanerógamas).

As algas são seres vivos eucariontes, podendo ser unicelulares ou pluricelulares, microscópicas ou macroscópicas, autotróficas, embora algumas sejam mixotróficas ou até mesmo heterotróficas, e diferem das plantas principalmente devido a características dos sistemas reprodutivos. De acordo com VIDOTTI e ROLLEMBERG (2004), as algas têm a habilidade de colonizar ambientes que proporcionam luz e umidade adequadas, podendo ser encontradas em águas doces, ambiente marinho, solos úmidos e até mesmo na neve ou em desertos subtropicais. As cianobactérias são microrganismos procariotos fotossintetizantes unicelulares, que podem formar colônias ou filamentos e podem ser encontradas nos mesmos ambientes mencionados para as algas (RAVEN, 2014). Nos ecossistemas de água doce, algumas espécies de cianobactérias são produtoras de toxinas, denominadas cianotoxinas, que são substâncias nocivas a várias formas de vida (ESTEVEVES, 2011). Algas e cianobactérias são também os representantes fotossintetizantes encontrados na fração autotrófica do perifiton (WETZEL; 1983). O perifiton é classificado como um biofilme cuja espessura pode variar, crescendo na superfície de rochas, vegetação e outros substratos submersos em corpos d'água, tais como rios, lagos, lagoas, riachos, córregos e áreas alagadas (ESTEVEVES, 2011). Composta por diferentes tipos de seres vivos, a comunidade perifítica desempenha diversos papéis essenciais para o funcionamento dos ecossistemas aquáticos, sendo que seu manejo pode ser

feito com a finalidade de conservação destes ecossistemas, justificando a relevância dos estudos focados nesta comunidade. De acordo com Esteves,

A comunidade perifítica é considerada um dos principais produtores primários nos ecossistemas aquáticos continentais tropicais, principalmente em ambientes rasos, como córregos, riachos e lagoas costeiras, nos quais pode chegar a contribuir com cerca de 70 a 85% da produção primária total; é importante fonte de matéria orgânica autóctone, sendo o principal local de deposição de carbono orgânico, tendo importante papel na mineralização da matéria orgânica dissolvida e na ciclagem de nutrientes; é excelente sequestradora de nutrientes (N e P) e, portanto, usada no pré-tratamento de águas residuárias; é fonte de alimento para inúmeros invertebrados e peixes, atuando como componente-chave para as teias alimentares dos sistemas; serve como hábitat e refúgio para inúmeras formas larvares e juvenis; além de representar estratégia de fuga dos predadores (ESTEVES, 2011, p.450 e 451).

Embora estejam amplamente distribuídas nos mais diferentes tipos de ambientes e em proximidade com os seres humanos, as algas frequentemente passam despercebidas pela maioria das pessoas, talvez devido à falta de familiaridade que elas possuem com o assunto. Alguns autores mencionam à ausência de abordagens adequadas nas aulas de ciências e/ou biologia (NAPOLEÃO; COSTA; ARAÚJO, 2022) e, além disso, as pequenas dimensões das algas dificultam o entendimento e a transmissão de informações ainda no ambiente familiar, antes que as crianças ingressem nas escolas. No ensino básico, é comum as microalgas serem apresentadas apenas como organismos produtores nas cadeias alimentares aquáticas, sendo exemplos de organismos pertencentes ao Reino Protoctista (BRITO; VALLIM, 2014), embora esse termo sequer seja o mais adequado na taxonomia atual (CLARK; PAZDERNIK; McGEHEE, 2019). Normalmente, o estudo das algas é abordado em uma única aula expositiva, tipicamente quando se explora a classificação dos seres vivos em cinco grandes reinos (o que está ultrapassado, como mencionado), em um contexto onde são apresentadas as principais características desses organismos e sua importância econômica. No entanto, o estudo das algas também pode ser incorporado a diversas outras áreas do conhecimento. Nas aulas de evolução, por exemplo, pode-se explorar a origem da pluricelularidade ou mesmo a origem das plantas (aquáticas e terrestres) a partir de algas do filo Chlorophyta ou, mais especificamente, das Charophyta, enriquecendo o entendimento sobre a história da vida na Terra. Em aulas sobre os diferentes tipos de rochas, pode-se abordar a origem e composição do diatomito e das falésias de carbonato de cálcio, apresentando sua relevância geológica. No campo da ecologia, é possível analisar as relações ecológicas entre zooxantelas e corais, além de explorar conceitos como cadeias e teias alimentares e o ciclo do carbono. Na educação ambiental, o enfoque pode ser dado na compreensão de fenômenos como a eutrofização e a maré vermelha, destacando a importância da conservação dos corpos hídricos e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Ainda na educação ambiental, pode ser debatido os usos de algas e cianobactérias em estratégias

de fitorremediação de ecossistemas contaminados. Assim, o estudo das algas e das cianobactérias ultrapassa os limites de uma única aula expositiva, estendendo-se por várias áreas do conhecimento e aprimorando uma visão abrangente da biologia, que inclui desde a evolução até a ecologia e a conservação ambiental.

A educação, reconhecida como um direito social fundamental segundo o artigo 6º da Constituição Federal do Brasil, deve ser vista como uma preparação para o futuro e deve ser compreendida não apenas como um direito, mas como um processo essencial de formação do indivíduo, que sustenta a cidadania, a dignidade humana, a liberdade de escolha, a proteção ambiental e a efetivação dos direitos (BRASIL, 1988). Nesse sentido, a educação deve ser capaz de fornecer aos indivíduos os conhecimentos e habilidades necessários para atuarem de maneira crítica e consciente nas diversas esferas sociais, econômicas e ambientais. Assim, a educação pode ser considerada um instrumento de transformação social e de promoção do bem-estar coletivo, alinhado aos princípios da cidadania e da justiça social. Mais diretamente voltado ao tema ‘algas e cianobactérias’, a educação pode e deve modificar a visão das pessoas a respeito do valor que esses microrganismos possuem, com ênfase aos riscos que certas espécies representam, mas também em vários aspectos positivos relacionados à economia e preservação ambiental.

Educadores como Libâneo, Oliveira e Toschi (2012) destacam que a educação se divide em modalidades não intencionais, que englobam a educação informal, e intencionais, que se subdividem em educação formal e não formal.

A educação informal, também chamada de não intencional, refere-se às influências do meio humano, social, ecológico, físico e cultural às quais o homem está exposto. A educação não formal é intencional, ocorre fora da escola, porém é pouco estruturada e sistematizada. A educação formal é também intencional e ocorre ou não em instâncias de educação escolar, apresentando objetivos educativos explicitados. É claramente sistemática e organizada (LIBÂNEO; OLIVEIRA; TOSCHI, 2012, p. 236-237).

A Lei nº 9.795, de 27 de abril de 1999, institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA) e em seu artigo 1º define educação ambiental como “os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade” (BRASIL, 1999, art. 1º). Portanto, a educação ambiental é fundamental na conscientização sobre a necessidade da conservação do meio ambiente para as gerações atuais e futuras. Ainda conforme a referida lei, “a educação ambiental é um componente essencial e permanente da educação nacional, devendo estar presente, de forma articulada, em todos os níveis e modalidades do processo

educativo, em caráter formal e não-formal” (BRASIL, 1999, art. 2º).

A educação ambiental visa desenvolver cidadãos conscientes e atuantes na dinâmica socioambiental, comprometidos com a vida e o bem-estar de todos, em níveis individuais e coletivos, abrangendo contextos locais e globais (MINÉU; TEIXEIRA; COLESANTI, 2014). De acordo com Silva (2017), o objetivo da educação ambiental é despertar na sociedade a consciência de que cada indivíduo está inserido no meio ambiente e tem sua responsabilidade na conservação ambiental. Assim, acredita-se que a educação ambiental possa estimular os estudantes a buscarem um futuro sustentável, em que a consciência e a ação sejam combinadas para enfrentar desafios ambientais com sabedoria e responsabilidade.

Nos estudos atuais em educação, é importante destacar como diferenças sociais impactam no ensino e na aprendizagem dos alunos. Conforme Costin (2020), a pandemia de COVID-19 não apenas evidenciou as desigualdades educacionais no Brasil, mas também trouxe à tona a necessidade de reflexão sobre os desafios emergentes e futuros da educação em um contexto onde se destaca a importância de uma educação de qualidade como base para promover um desenvolvimento mais inclusivo e sustentável. Assim, torna-se essencial a adoção de práticas pedagógicas que favoreçam o desenvolvimento do pensamento crítico, da responsabilidade ambiental e da participação cidadã, capacitando os estudantes a lidarem com as complexidades de um mundo em constante mudança e a contribuírem para uma sociedade ambientalmente responsável.

A educação ambiental é uma maneira muito relevante de mudar a realidade de um indivíduo, influenciando em sua forma de pensar e de agir em seu contexto social e, portanto, não deve ser abordada na escola apenas por exigência do Ministério da Educação (SILVA, 2017). Nesse sentido, a educação ambiental deve ser entendida como um processo contínuo e reflexivo, que vai além de repassar conhecimentos teóricos sobre questões ambientais. Ela precisa envolver os alunos em práticas que os conectem com a realidade ao seu redor, estimulando o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre os problemas ambientais e suas causas. Ao integrar esses saberes ao cotidiano escolar e à vivência dos estudantes, é possível cultivar atitudes mais responsáveis e engajadas, fomentando mudanças não apenas no comportamento individual, mas na sociedade como um todo.

O foco deste trabalho será o estudo das microalgas com ênfase no campo da educação ambiental. De acordo com Sá, Oliveira e Novaes (2015, p.63), a escola deve contribuir para que a sociedade atual se transforme em uma sociedade sustentável, centrada no exercício responsável da cidadania e que passe a considerar a natureza como um bem comum. Portanto, é importante que a escola adote abordagens que estimulem a prática consciente da cidadania,

incorporando a concepção da natureza como um patrimônio compartilhado por todos.

A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) é um documento normativo do sistema educacional brasileiro que estabelece os conhecimentos, competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver ao longo de sua trajetória na educação básica, que compreende a Educação Infantil, o Ensino Fundamental e o Ensino Médio. A BNCC foi criada com o objetivo de fornecer diretrizes claras e consistentes para a elaboração dos currículos escolares em todo o país, buscando garantir uma educação de qualidade, com maior equidade e alinhada com as demandas contemporâneas. Uma das habilidades previstas para o ensino das ciências da natureza tem como objetivo “discutir a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta” (BRASIL, 2018, p.557).

Para que a conscientização ambiental seja realmente efetiva nas escolas e mesmo na sociedade, há necessidade da incorporação da educação ambiental no Ensino Médio. Espera-se que essa temática possa fornecer uma base sólida para a compreensão dos sistemas ecológicos, dos impactos das atividades humanas sobre o ambiente e para a elaboração de estratégias para a solução de desafios globais, como a mudança climática e a perda de biodiversidade (ARTAXO, 2022). Ao abordar tais questões, a educação ambiental estimula o pensamento crítico, a tomada de decisões éticas e a promoção de ações individuais e coletivas para a preservação do planeta. No cenário atual, em que a sustentabilidade é uma prioridade global, a educação ambiental no Ensino Médio desempenha um papel fundamental na construção de uma sociedade mais consciente, comprometida e preparada para preservar e promover a saúde do planeta.

A motivação para o desenvolvimento deste trabalho surge da necessidade de abordar o ensino das algas e cianobactérias de maneira mais eficaz no contexto da educação ambiental, com o intuito de superar as limitações das aulas meramente expositivas, muitas vezes consideradas monótonas pelos estudantes. Por meio de uma abordagem investigativa, pretende-se proporcionar aos estudantes aulas mais dinâmicas e enriquecedoras que possam incentivá-los a participarem ativamente do processo de ensino-aprendizagem.

Conforme descrito na BNCC:

Os processos e práticas de investigação merecem destaque especial nas ciências da natureza. Portanto, a dimensão investigativa nessa área deve ser enfatizada no Ensino Médio, aproximando os estudantes dos procedimentos e instrumentos de investigação, tais como: identificar problemas, formular questões, identificar informações ou variáveis relevantes, propor e testar hipóteses, elaborar argumentos e explicações, escolher e utilizar instrumentos de medida, planejar e realizar atividades

experimentais e pesquisas de campo, relatar, avaliar e comunicar conclusões e desenvolver ações de intervenção, a partir da análise de dados e informações sobre as temáticas da área (BRASIL, 2018 p.550).

De acordo com Sasseron (2014), o ensino por investigação é uma abordagem didática que permite a integração de diversas estratégias inovadoras e tradicionais, desde que seja um ensino em que a participação dos estudantes não se limite a ouvir e reproduzir o que é apresentado pelo professor. Essa abordagem não só estimula a curiosidade e o pensamento crítico dos estudantes, mas também promove o desenvolvimento de habilidades que vão além da simples transmissão de informações. Nesse sentido, o ensino por investigação busca incentivar os estudantes a se tornarem mais participativos na construção do conhecimento. Brito, Brito e Sales (2018) destacam que o ensino por investigação coloca o estudante como protagonista no processo de aprendizagem, enquanto o professor desempenha o papel de mediador, incentivando debates, propondo atividades, esclarecendo dúvidas e fomentando a sistematização do conhecimento.

A aliança entre a Educação Ambiental e o ensino por investigação pode servir como um instrumento para fomentar o pensamento crítico e o engajamento em questões ambientais, tanto globais quanto locais. As vivências em comunidades promovem a troca de ideias e a participação consciente, ocorrendo de maneira informal e também nos centros educativos, em contextos formais e não formais. Essa abordagem proporciona aos indivíduos e à coletividade uma aprendizagem efetiva, ética e solidária, além de cultivar valores de proteção e conservação ambiental, contribuindo para uma melhor qualidade de vida e a sustentabilidade (JACOBI; 2003).

O letramento científico (LC), entendido como um conhecimento diário da ciência, é tão essencial quanto a alfabetização tradicional para uma vida satisfatória no mundo moderno e é fundamental para uma força de trabalho competente, para o bem-estar econômico e social e para a democracia (AYALA, 1996). O papel do LC é ampliar a compreensão do estudante, ajudando-o a entender como a ciência contribui para o desenvolvimento da sociedade, incentivando-o a assimilar e a colocar em prática, de forma reflexiva, o conhecimento adquirido na sala de aula (SILVA; LINS, 2021). Assim, o uso de metodologias que valorizam a investigação, o pensamento crítico e o protagonismo dos estudantes pode contribuir para a consolidação do letramento científico como um instrumento de transformação individual e social.

Dentre métodos utilizados para conectar ciência e sociedade, a ciência cidadã (CC) se destaca por envolver a participação ativa de não cientistas na ciência, visando fomentar novas

formas de fazer ciência e subsidiar políticas públicas baseadas em evidências científicas, especialmente em questões sociais e ambientais de grande relevância (ALBAGLI; ROCHA, 2021). Pegler *et al.* (2024), considera que a ciência cidadã pode se tornar uma ferramenta importante para estimular a inclusão e a participação social nas tomadas de decisão, contribuindo para que esses processos se tornem mais justos e equilibrados ao longo do tempo. Dessa forma, o letramento científico e a ciência cidadã estão interligados e se complementam, pois a CC se beneficia do engajamento promovido pelo letramento científico que começa na escola e este é aprofundado pela participação em pesquisas de CC (VIEIRA, 2023). Ao integrar o letramento científico e a ciência cidadã, cria-se um ciclo virtuoso em que o conhecimento científico não é apenas adquirido, mas também aplicado de forma colaborativa, contribuindo para uma sociedade mais informada e participativa.

Em resumo, este documento visa apresentar um trabalho que busca explorar o estudo das algas no contexto da educação ambiental, do letramento científico e da ciência cidadã, destacando sua relevância para a compreensão da biodiversidade e conservação. Utilizando uma abordagem investigativa, pretende-se enriquecer o processo de ensino-aprendizagem, promovendo a participação ativa dos estudantes e estimulando sua capacidade de análise crítica e resolução de problemas, contribuindo para a formação de cidadãos conscientes e engajados na conservação do meio ambiente e na promoção de um futuro sustentável.

2. OBJETIVO GERAL

Este trabalho teve por objetivo geral a elaboração e aplicação de uma sequência didática com abordagem investigativa acerca do ensino das algas e cianobactérias, dentro do contexto da educação ambiental, visando aprofundar o entendimento sobre a diversidade, interações e importância desses microrganismos como indicadores de qualidade ambiental.

2.1. Objetivos específicos

- Estimular a participação ativa dos estudantes na coleta e análise de amostras de água e perifíton.
- Investigar a composição das comunidades de microrganismos fotossintetizantes presentes nas amostras de diferentes trechos de rios.
- Estabelecer correlações entre a diversidade de algas, cianobactérias e o impacto ambiental nos trechos estudados.

- Desenvolver atividades práticas que envolvam a observação, análise e discussão dos resultados obtidos.

3. METODOLOGIA

3.1. Elaboração da Sequência didática:

A sequência didática, composta por dez atividades, foi estruturada para ser aplicada ao longo de seis aulas, cada uma com duração de 50 minutos. No quadro 1 são apresentadas as atividades a serem desenvolvidas em cada aula, o que permitirá que outros professores que desejarem utilizar esta sequência didática verifiquem uma descrição sucinta sobre o que desenvolver junto às suas turmas.

ETAPA	ATIVIDADE	BREVE DESCRIÇÃO
AULA 1	Atividade 1 (sala de aula)	Aplicação de um questionário para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de algas e cianobactérias, seguida de comentários do professor sobre algumas das respostas apresentadas.
	Atividade 2 (extraclasse)	Pesquisa na internet sobre a diversidade de algas e cianobactérias, suas características, relevância econômica, além da relação com a produção de oxigênio, fenômenos de eutrofização e ocorrências de maré vermelha.
AULA 2	Atividade 3 (sala de aula)	Roda de conversa sobre pontos interessantes observados na pesquisa, com intervenções da professora. Divisão dos estudantes em dois grupos e orientações sobre a coleta de amostras de perifiton. Formulação de perguntas e hipóteses sobre o perifiton de duas regiões do corpo hídrico selecionado para a realização da atividade.
	Atividade 4 (extraclasse)	Coleta de amostras de perifiton / Caracterização dos pontos de amostragem (aplicação do “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas” (França, 2019) que é uma adaptação do protocolo de Callisto <i>et al.</i> (2002).
AULAS 3 E 4	Atividade 5 (laboratório de ciências da escola)	Remoção do perifiton presente nas rochas coletadas. Observação ao microscópio óptico. Fotografia da ocular do microscópio evidenciando as estruturas de algas e cianobactérias. Comparações entre as amostras.
AULA 5	Atividade 6 (sala de aula)	Roda de conversa para verificação e discussão das hipóteses sobre diferenças entre os pontos de amostragem.

	Atividades 7 e 8 (extraclasse)	Cada grupo produzirá um folder educativo sobre algas e cianobactérias, além de confeccionar modelos didáticos dos organismos observados ao microscópio, utilizando porcelana fria (biscuit).
	Atividade 9 (extraclasse)	Para finalizar a sequência didática, os estudantes deverão elaborar um relatório sobre os aspectos positivos e negativos das atividades realizadas.
AULA 6	Atividade 10 (sala de aula)	Reaplicação do questionário de avaliação dos conhecimentos prévios. Considerações finais da professora após análise qualitativa dos relatórios elaborados pelos alunos.

Quadro 1: Síntese das atividades realizadas durante a aplicação da Sequência Didática.

As atividades foram planejadas para abordar o conteúdo de maneira progressiva, proporcionando aos estudantes uma aprendizagem contínua e integrada. É importante que cada professor avalie o contexto de sua turma e selecione quais atividades serão aplicadas aos seus alunos. O professor pode incluir, excluir ou fazer ajustes nas atividades conforme as necessidades da turma (consultar apêndice D). Além disso, cabe também ao professor orientar os estudantes durante a realização das atividades, incentivando-os a participarem ativamente em cada etapa da sequência.

Antes de iniciar a aplicação da sequência didática, o professor deve verificar a viabilidade de uma aula de campo em um corpo hídrico localizado próximo à escola, selecionando dois trechos com diferentes graus de impacto ambiental. O local deve ser acessível e não oferecer riscos à integridade física dos estudantes e funcionários que irão acompanhá-los durante a ida ao campo. Caso não seja viável levar os estudantes à campo, o professor poderá filmar e fotografar os trechos do rio, realizar a coleta e levar as amostras para que seus alunos realizem as demais etapas da sequência didática.

3.2. Aplicação da Sequência Didática: Relato de experiência

3.2.1. Público alvo e local de realização do trabalho

A sequência didática (SD) foi aplicada a uma turma de 3º ano do Ensino Médio regular composta por 20 estudantes, na Escola Estadual Alzira Ayres Pereira, localizada em Catas Altas, Minas Gerais. Esta instituição foi fundada em 1970 e atende, atualmente, cerca de 400

alunos, distribuídos em oito turmas do Ensino Fundamental e seis do Ensino Médio. É a única escola estadual presente no Município, atendendo a alunos de todos os bairros, do único distrito (Morro D'Água Quente) e zona rural.

Além das atividades em sala de aula, este trabalho também explorou ambientes externos à escola, incluindo uma visita à Cachoeira do Maquiné, representando um ponto mais a montante e localizado em área relativamente preservada, e outra visita a um ponto do rio Maquiné cercado por área urbanizada, mais a jusante, na qual impactos antrópicos são perceptíveis (figura 1). Em ambos os pontos foi realizada a aplicação de um protocolo de avaliação rápida de ambientes físicos e a realização de coleta de amostras de perifiton. As atividades extraclasse foram incluídas na SD por serem fundamentais para o enriquecimento do processo de ensino-aprendizagem. Tais tipos de aulas proporcionam maior interação entre os estudantes durante as atividades práticas, o que resulta em complementação e ampliação dos conhecimentos adquiridos no ambiente escolar.



Figura 1: Imagem de satélite mostrando a localização da EE Alzira Ayres Pereira e dos pontos de amostragem de perifiton em Catas Altas, Minas Gerais. Fonte: Adaptado Google Earth, 2023.

3.2.2. Detalhamento das atividades realizadas

Atividade 1 – O ponto de partida da sequência didática consistiu na aplicação de um questionário (apêndice A) aos estudantes, visando avaliar seus conhecimentos prévios acerca de algas e cianobactérias. Em seguida, foi realizada uma breve aula expositiva sobre o tema.

Atividade 2 – Ao final da primeira aula, os estudantes foram orientados a realizarem uma pesquisa em casa, utilizando a internet para buscarem informações sobre a diversidade de algas e cianobactérias, suas características, habitats, relevância econômica, relação com a produção de oxigênio, fenômenos de eutrofização e ocorrências de marés vermelhas.

Atividade 3 – Na segunda aula, em formato de roda de conversa (figura 2), os estudantes compartilharam os aspectos mais interessantes de suas pesquisas, enquanto a professora realizou intervenções para complementar e corrigir os conceitos apresentados, promovendo um ambiente de debate e troca de informações. Em seguida, os estudantes foram selecionados aleatoriamente para formarem dois conjuntos distintos, identificados como Grupo 1 e Grupo 2.



Figura 2: Roda de conversa sobre a pesquisa, com intervenções da professora. Fonte: A autora/2024

A professora então apresentou o “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas” (FRANÇA, 2019), uma adaptação de Callisto *et al.* (2002). O protocolo (figura 3) consiste em 10 questões objetivas, cada uma com três opções de resposta com

pontuações de 0, 5 e 10 atribuídas de acordo com o nível de degradação ambiental identificado.

PROTOCOLO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA SAÚDE DE RIOS E LAGOAS			
Descrição do Ecossistema Aquático			
Nome (s) Pesquisador (es):			
Questões	Respostas		
1. O que existe em maior quantidade em torno do local?	(a) Vegetação natural	(b) Plantações, pastagens, monocultura	(c) Casas, lojas, indústrias
2. Existe assoreamento	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
3. Existe lixo na (s) margem (s)?	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
4. A água apresenta odor?	(a) Não	(b) Odor fraco	(c) Odor forte
5. Existe esgoto? (observar presença de canos de despejo de esgoto no local)	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
6. Como é a transparência da água?	(a) A água é clara	(b) A água é um pouco escura	(c) A água é muito escura
7. Como é composto o leito do rio (maior parte)?	(a) Pedras e cascalhos	(b) Lama e areia	(c) Cimento
8. Como é a mata ciliar?	(a) Existem muitas árvores	(b) Existem poucas árvores	(c) Quase não existem árvores
9. Existe erosão nas margens?	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
10. Qual a diversidade de habitats para organismos aquáticos	(a) Muito diverso	(b) Mais ou menos diverso	(c) Pouca diversidade (apenas 1 ou 2 tipos diferentes de habitats, ou seja, cascalho, areia, madeira)
Cálculo			
Letra marcada	Valor	Número de letras	Total de Pontos
(a)	10 pontos		
(b)	5 pontos		
(c)	0 pontos		
Pontuação Total			
Interpretação da Pontuação: Maior que 68 pontos: MÍNIMA PERTURBAÇÃO 40 a 68 pontos: MODERADA PERTURBAÇÃO Menor que 40 pontos: ALTA PERTURBAÇÃO			

Figura 3: Protocolo de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas Fonte: França, 2019, p.181.

Os critérios do protocolo são objetivos e de fácil compreensão, levando a uma análise simplificada da qualidade ambiental do local estudado. A pontuação total obtida ao final da aplicação permite classificar o ecossistema aquático em três níveis: mínima perturbação (acima de 68 pontos), moderada perturbação (entre 40 e 68 pontos) e alta perturbação (abaixo de 40 pontos). Após as explicações, os estudantes foram orientados sobre a aplicação do protocolo e o método de coleta de amostras de perifíton. Por fim, foi solicitado aos estudantes que elaborassem hipóteses sobre o que esperavam encontrar no perifíton e sobre a qualidade ambiental dos dois pontos de amostragem.

Atividade 4 – SAÍDA DE CAMPO: A atividade foi inicialmente planejada para ocorrer no contraturno ou final de semana. No entanto, como a maioria dos estudantes não poderia participar devido a compromissos profissionais e aulas em cursos técnicos, a saída de campo foi realizada durante o horário regular de aulas. Para viabilizar a atividade, outros professores

cederam os horários de suas aulas na turma do 3º ano na data agendada para a saída de campo. A Secretaria Municipal de Educação disponibilizou dois veículos para o transporte, garantindo o deslocamento mais ágil dos estudantes até os dois pontos de amostragem. Com isso, foi possível visitar os dois locais e, em seguida, retornar à escola para dar sequência às atividades.

Os estudantes pertencentes ao grupo 1 registraram, através de anotações e fotografias, a caracterização do ponto de amostragem 1 (figura 4) onde realizaram a aplicação do protocolo (figura 5) e a coleta das rochas com perifíton aderido (figura 6). Trata-se de local de fácil acesso, amplamente frequentado pela população de Catas Altas e por turistas. Nesse local é captada parte da água que abastece a cidade.



Figura 4: Ponto de amostragem 1: Cachoeira do Maquiné. Fonte: A autora/2024



Figura 5: Aplicação do protocolo no ponto de amostragem 1. Fonte: A autora/2024



Figura 6: Coleta de rochas com perifiton no ponto de amostragem 1. Fonte: A autora/2024

Os estudantes do grupo 2 também fotografaram e anotaram informações sobre o entorno do local do ponto de amostragem 2 (figura 7), onde realizaram a aplicação do protocolo (figura 8). Utilizando jaleco e luvas, a professora coletou amostras de rochas com perifiton no ponto de amostragem 2 (figura 9), trecho do rio Maquiné onde ocorre lançamento de esgoto residencial.



Figura 7: Ponto de amostragem 2: Rio Maquiné. Fonte: A autora/2024



Figura 8: Aplicação do Protocolo no ponto de amostragem 2. Fonte: A autora/2024



Figura 9: Coleta de rochas com perifiton no ponto de amostragem 2. Fonte: A autora/2024

Nos dois pontos de amostragem, as rochas foram coletadas junto às margens, mas sempre tendo que estar completamente submersas na água, com o intuito de viabilizar a colonização completa de sua superfície pelo perifiton. Foram coletadas rochas de tamanhos semelhantes e a cerca de dez centímetros de profundidade. É importante destacar que as rochas amostradas encontravam-se a uma distância superior a 1 metro umas das outras, para evitar a continuidade de biofilme entre rochas próximas, o que poderia diminuir a diversidade de microrganismos a ser observada. As rochas foram colocadas em sacos plásticos etiquetados e armazenadas em uma caixa térmica que foi levada ao laboratório de ciências da Escola Estadual Alzira Ayres Pereira, onde foram submetidas ao processo de remoção do perifiton utilizando-se escovas de dentes de cerdas macias e 200 mL de água filtrada (figura 10). A professora

utilizou luvas durante a remoção do perifiton das rochas coletadas no ponto de amostragem 2.



Figura 10: Remoção de perifiton das rochas coletadas no ponto de amostragem 1.

As amostras foram então transferidas para potes de plástico e fixadas (figura 11) com solução de lugol acético. Esse processo de fixação das amostras é essencial para preservar a integridade morfológica das células, evitando a autólise e a decomposição, o que permite a observação dos microrganismos ao longo de meses, se necessário.



Figura 11: Fixação de amostra com solução de lugol acético

Atividade 5 – A atividade foi planejada prevendo a utilização de cinco microscópios ópticos. Nesta aplicação foram utilizados apenas três para a observação das amostras (figura 12), pois dois apresentaram falhas no funcionamento. As observações foram realizadas durante a terceira

e a quarta aula da sequência didática. Durante essa atividade, os estudantes deveriam utilizar seus cadernos para desenhar os morfotipos de algas e cianobactérias observados.



Figura 12: Observação de microalgas e cianobactérias ao microscópio óptico. Fonte: A autora/2024

Atividade 6 – A quinta aula foi realizada em formato de roda de conversa (figura 13). Os estudantes deveriam analisar as hipóteses que formularam durante a segunda aula da SD, para verificarem possíveis confirmações ou refutações sobre as diferenças entre os pontos de amostragem e discutirem os resultados.



Figura 13: Roda de conversa para análise de hipóteses e discussão de resultados. Fonte: A autora/2024

Atividade 7 – Trabalho Extraclasse: Com o objetivo de estimular a criatividade dos estudantes e sua compreensão sobre as microalgas e cianobactérias, foi solicitado que cada grupo

produzisse um modelo didático tridimensional de microalgas e um modelo didático de cianobactérias utilizando porcelana fria (massa de *biscuit*) e tinta para artesanato. Os modelos deveriam evidenciar algumas das características morfológicas observadas em exemplares de microalgas presentes nas amostras coletadas durante a saída de campo. Esses modelos deveriam ser utilizados como recursos palpáveis para simplificar a visualização e a compreensão sobre a diversidade de algas e cianobactérias.

Atividade 8 – Trabalho Extraclasse: Cada grupo foi orientado a elaborar um *folder* educativo sobre a importância das algas e cianobactérias para ser distribuído para a comunidade escolar. Para a produção do material, os estudantes poderiam utilizar aplicativos como Canva, PowerPoint ou outras ferramentas de sua preferência.

Atividade 9 – Os estudantes foram orientados a elaborarem um relatório sobre os aspectos positivos e negativos das atividades realizadas durante a aplicação da sequência didática.

Atividade 10 – A sexta aula, última da sequência didática, foi dedicada à reaplicação do questionário para levantamento de conhecimentos prévios e às considerações finais do professor após análise qualitativa dos relatórios dos alunos.

4. ASPECTOS ÉTICOS

Este trabalho foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), processo 81978224.2.0000.5149, parecer de número 7.116.763, atendendo aos princípios éticos e estando de acordo com a Resolução nº 466 de 12 de dezembro de 2012 e a Resolução nº 510 de 07 de abril de 2016 que versam sobre os preceitos éticos que normatizam a pesquisa envolvendo seres humanos. A diretoria responsável assinou a carta de anuência da instituição de ensino na qual esse projeto foi desenvolvido. Todos os participantes maiores de 18 anos, assim como os responsáveis pelos menores de idade, assinaram o TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (apêndice B), sendo devidamente informados sobre o desenvolvimento e a divulgação da pesquisa. Os estudantes participantes menores de idade assinaram o TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (apêndice C), para resguardar a voluntariedade no processo de desenvolvimento da pesquisa conforme as resoluções vigentes.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Levantamento de conhecimentos prévios

De acordo com Sforzi e Galuch (2006), a escola deve utilizar os conhecimentos prévios dos alunos como base, buscando transformá-los por meio de problematizações que exigem a aquisição de novos saberes, muitas vezes mais complexos do que os iniciais. Portanto, aplicar um questionário para levantamento de conhecimentos prévios sobre algas e cianobactérias pode ajudar o professor a compreender quais são as concepções iniciais dos estudantes, identificar possíveis lacunas e equívocos, além de permitir planejar estratégias de ensino que promovam a aprendizagem acerca desse tema.

Entre os 20 estudantes participantes da aplicação da sequência didática, nove não compareceram à escola na data prevista para o início das atividades. Esses alunos foram convidados a participarem nos dias seguintes. Assim, todos responderam ao questionário elaborado com o objetivo de identificar seus conhecimentos prévios sobre algas e cianobactérias. Esse instrumento de coleta de dados consistiu em nove questões objetivas, sendo algumas com duas opções de resposta ("sim" e "não") e outras com três alternativas ("sim", "não" e "já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes"). Adicionalmente, o questionário incluiu uma décima questão, na qual os estudantes deveriam descrever, de forma livre, seus conhecimentos sobre o tema.

A figura 14 representa um comparativo da distribuição das respostas dos estudantes às nove perguntas objetivas do questionário para levantamento de conhecimentos prévios.

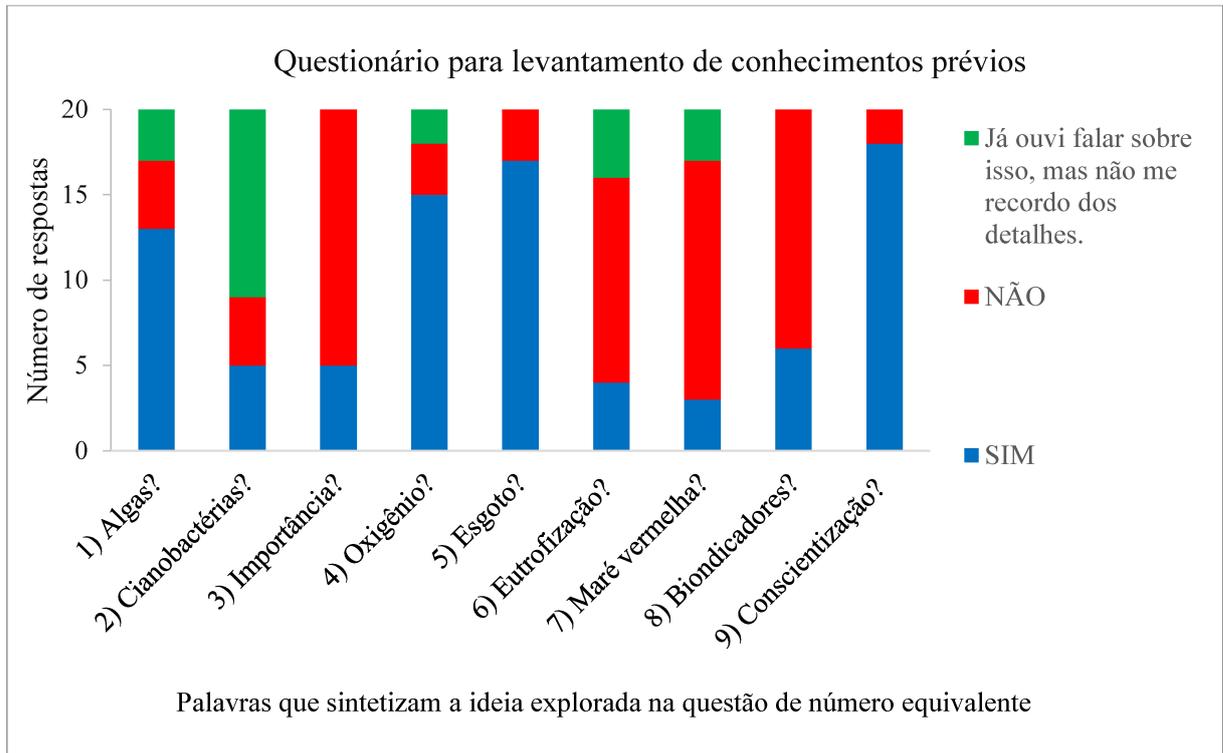


Figura 14: Comparativo das respostas dos estudantes para as nove perguntas fechadas do questionário para levantamento de conhecimentos prévios sobre algas e cianobactérias. Fonte: A autora/2025

A primeira pergunta do questionário para levantamento de conhecimentos prévios buscou identificar o conhecimento inicial dos estudantes sobre o conceito de algas. Diante da pergunta “Você sabe o que são algas?”, 13 estudantes (65%) afirmaram que possuíam esse conhecimento, 4 (20%) declararam não saber e 3 (15%) mencionaram já ter ouvido falar sobre o tema, mas sem recordarem dos detalhes. Essa distribuição de respostas evidencia que, embora 65% da turma declare ter familiaridade com o conceito, 35% demonstra desconhecimento ou compreensão superficial sobre o assunto, evidenciando a necessidade de abordagens pedagógicas que favoreçam a contextualização e o aprofundamento do conteúdo ao longo da sequência didática.

A segunda pergunta do questionário buscou investigar o entendimento dos estudantes sobre o conceito de cianobactérias. Quando questionado “Você sabe o que são cianobactérias?”, 5 estudantes (25%) responderam “sim”, enquanto 4 (20%) afirmaram não ter esse conhecimento e 11 (55%) declararam já terem ouvido falar sobre o tema, mas sem recordarem dos detalhes. Esses dados indicam que a maioria da turma (75%) apresenta conhecimento insuficiente ou vago sobre o tema. A predominância de respostas indicando um contato vago com o assunto sugere que o tema pode ter sido mencionado em experiências escolares anteriores, mas sem uma abordagem suficientemente aprofundada ou contextualizada para consolidar o aprendizado. Esse cenário reforça a necessidade de uma abordagem didática que explore o tema

de forma gradual e contextualizada, uma vez que os estudantes demonstram maior familiaridade com o conceito de algas, embora as cianobactérias sejam igualmente relevantes. As cianobactérias estão associadas a diversos problemas ambientais e de saúde, principalmente devido à produção de toxinas. As cianotoxinas podem causar uma série de complicações à saúde humana e animal, podendo levar até mesmo a óbitos, seja por ingestão de água contaminada ou por contato direto (TUNDISI, 2008). Portanto, é essencial que o tema seja trabalhado de maneira clara e aprofundada, destacando sua importância prática e os riscos associados à presença desses organismos em ecossistemas aquáticos, especialmente em ambientes de água doce, que estão mais presentes no cotidiano destes estudantes quando comparados aos ambientes marinhos e seus problemas relacionados às marés vermelhas.

A terceira pergunta buscou avaliar se os estudantes compreendem a importância ecológica das algas e cianobactérias, questionando: "Você sabe descrever o papel das algas e cianobactérias no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos?". Conforme mostrado no gráfico, apenas 5 estudantes (25%) responderam afirmativamente, enquanto 15 (75%) declararam não saber descrever a importância desses organismos.

A quarta pergunta investigou o conhecimento dos estudantes sobre o papel das algas e cianobactérias na produção de oxigênio. Diante da questão: "Você tem conhecimento de que algas e cianobactérias são responsáveis pela produção da maior parte do oxigênio do planeta?", 15 (75%) responderam afirmativamente, enquanto 3 (15%) declararam não ter esse conhecimento e 2 (10%) indicaram já ter ouvido falar sobre o tema, mas sem recordarem dos detalhes. A maioria dos estudantes possui algum nível de familiaridade com a importância desses organismos para o equilíbrio atmosférico global, embora 25% deles ainda careçam de compreensão mais aprofundada.

A quinta pergunta buscou verificar a percepção dos estudantes acerca de impactos antrópicos sobre algas e cianobactérias. Quando questionados se "As atividades humanas, como o despejo de esgoto, podem afetar a quantidade de algas e cianobactérias nos ecossistemas aquáticos?", 17 estudantes (85%) responderam afirmativamente, enquanto 3 demonstraram não ter esse conhecimento. O alto número de respostas positivas (85%) indica uma consciência ambiental relativamente bem estabelecida entre os estudantes, evidenciando a compreensão de que ações humanas podem interferir na dinâmica ecológica dos ecossistemas aquáticos.

A sexta pergunta investigou o conhecimento sobre a consequência do acúmulo de matéria orgânica e aporte de nutrientes em ambientes aquáticos, questionando: "Você sabe o que é eutrofização e como esse processo afeta a saúde dos ecossistemas aquáticos?". Apenas 4 estudantes (20%) responderam positivamente, enquanto 12 (60%) responderam negativamente

e 4 (20%) indicaram já terem ouvido falar sobre o assunto, mas sem se recordarem dos detalhes. Esse resultado evidencia um baixo nível de familiaridade com o conceito. A eutrofização, um dos impactos ambientais decorrentes das atividades humanas e muito comum em ambientes aquáticos urbanos, é um fenômeno ocasionado pelo enriquecimento artificial da água devido ao acúmulo de nutrientes, como nitrogênio e fósforo, seguido por um grande aumento na produção biológica. Esse crescimento massivo de algas e ou cianobactérias é denominado floração do fitoplâncton, as quais podem desequilibrar os ecossistemas aquáticos e comprometer a qualidade da água (PONTES *et al.*, 2013). A falta de conhecimento sobre o tema reforça a necessidade de abordagens educacionais que explorem não apenas o conceito, mas também suas implicações práticas, como a degradação de ecossistemas e os riscos à saúde pública causados pelas cianotoxinas. Além disso, é importante destacar a relação entre as ações humanas e o agravamento do fenômeno, incentivando a reflexão sobre práticas sustentáveis para a conservação dos recursos hídricos.

A sétima pergunta buscou explorar o entendimento dos estudantes sobre a proliferação excessiva de algumas espécies de dinoflagelados. Diante da questão "Você sabe o que provoca o fenômeno conhecido como maré vermelha e quais são os seus impactos ambientais?", 3 estudantes (15%) responderam positivamente, 14 (70%) declararam não ter conhecimento e 3 (15%) indicaram já ter ouvido falar, mas sem detalhes. Os resultados indicam um desconhecimento generalizado sobre a Maré Vermelha, fenômeno relacionado ao crescimento excessivo de certas algas microscópicas presentes no plâncton marinho. O termo está associado às florações que resultam em manchas de coloração avermelhada observadas no mar, embora, dependendo da espécie de alga, essas manchas possam apresentar tonalidades como marrom, laranja, roxa ou amarela (DAL PIAN; ALVES, 2013). Esse desconhecimento evidencia a necessidade de abordagens educacionais que explorem não apenas as causas do fenômeno, mas também seus impactos ambientais, como a mortandade de peixes e a contaminação de frutos do mar, que podem afetar a saúde humana e o equilíbrio dos ecossistemas marinhos.

A oitava pergunta buscou verificar o conhecimento dos estudantes sobre o uso de algas e cianobactérias no monitoramento de recursos hídricos. A questão "Você sabia que algas e cianobactérias são bioindicadores de qualidade de água?" foi respondida positivamente por 6 estudantes, enquanto 14 afirmaram não ter esse conhecimento. A prevalência de respostas negativas (70%) indica uma oportunidade de ampliação da abordagem didática, especialmente em atividades práticas que demonstrem o uso desses organismos no monitoramento ambiental. As algas, sejam unicelulares ou pluricelulares, de água doce ou marinhas, têm sido cada vez mais utilizadas na análise dos impactos de contaminantes no ambiente aquático. (MARQUES;

AMÉRICO-PINHEIRO, 2017). O uso desses organismos como bioindicadores da qualidade da água contribui para a gestão sustentável dos recursos hídricos e a conservação dos ambientes naturais.

A última questão objetiva investigou a percepção dos estudantes sobre a importância da conscientização em relação a esses organismos para a preservação dos recursos hídricos. Quando questionados: "A conscientização sobre a importância das algas e cianobactérias pode contribuir para a conservação dos recursos hídricos?", 18 estudantes responderam "sim" e apenas 2 responderam "não". Esses resultados demonstram um entendimento positivo sobre a importância da educação ambiental para a preservação dos recursos hídricos, destacando o potencial de ações educativas bem direcionadas para promover atitudes mais sustentáveis entre os estudantes.

O questionário também incluiu uma décima pergunta, de caráter discursivo, que solicitava aos estudantes que escrevessem o que sabiam a respeito da importância das algas e das cianobactérias. Dentre os 20 participantes, sete deixaram de responder à questão. A maioria dos respondentes limitou-se a reproduzir a informação apresentada no enunciado da quarta pergunta do questionário, afirmando que "as algas e as cianobactérias são responsáveis pela produção da maior parte do oxigênio do planeta". Entretanto, duas respostas se destacaram por abordarem o tema de forma diferenciada. Nos dois casos, os estudantes demonstraram uma compreensão inicial sobre o papel ecológico de algas e cianobactérias, mas apresentaram limitações conceituais (figuras 15 e 16).

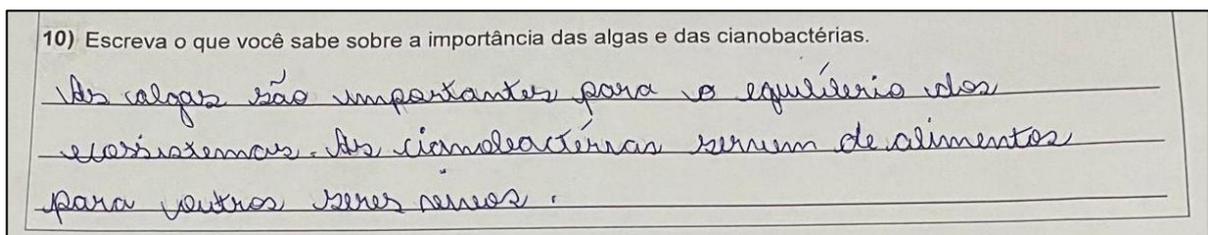


Figura 15: Fotografia da resposta de um dos estudantes para questão 10 do questionário para levantamento de conhecimentos prévios.

A afirmação de que "as algas são importantes para o equilíbrio dos ecossistemas" é vaga e carece de especificidade, não explicando de forma clara como esses organismos contribuem para o equilíbrio. Ao afirmar que "as cianobactérias servem de alimento para outros seres vivos", o estudante simplifica a importância ecológica desse grupo. Embora algumas espécies de cianobactérias possam ser consumidas por organismos aquáticos, a principal relevância ecológica destes microrganismos está associada à fotossíntese e à fixação biológica de

nitrogênio, além de seu papel em fenômenos ambientais, como a eutrofização, e a produção de toxinas (RAVEN, 2014). Além disso, as duas funções citadas pelo estudante se aplicam tanto às algas quanto às cianobactérias, não sendo pertinente essa separação em sua resposta.

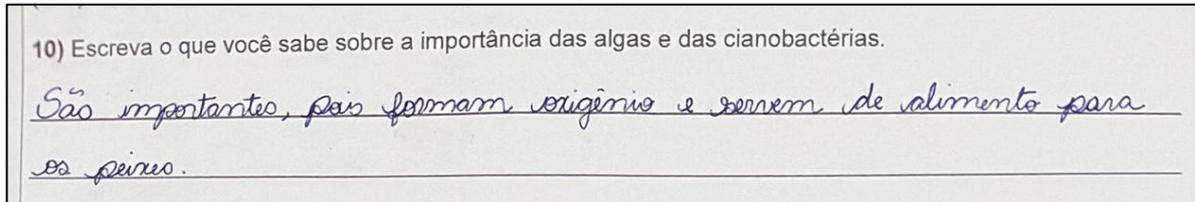


Figura 16: Fotografia da resposta de outro estudante para a questão 10 do questionário para levantamento de conhecimentos prévios.

O estudante afirmou que esses organismos "formam oxigênio", mas o termo mais adequado seria "produzem oxigênio gasoso" ou "liberam oxigênio como subproduto da fotossíntese". Além disso, ao mencionar que "servem de alimento para os peixes", o estudante simplifica a cadeia alimentar, pois o fitoplâncton é consumido pelo zooplâncton que, por sua vez, serve de alimento para pequenos peixes e outros animais. Poucas espécies de peixe se alimentam diretamente sobre o fitoplâncton.

Ambas as respostas revelam um conhecimento fragmentado e simplificado, que, embora positivo como ponto de partida, sugere a necessidade de uma abordagem didática que contemple os potenciais impactos negativos da proliferação excessiva algas e cianobactérias em ecossistemas aquáticos.

A aplicação do questionário para levantamento de conhecimentos prévios revelou que, embora alguns estudantes tenham declarado possuir noções sobre o tema, a turma apresenta uma grande defasagem em relação ao assunto. Portanto, esse levantamento foi relevante, pois, como destaca Carvalho (2013 p.6), "é a partir do conhecimento que o aluno traz para a sala de aula que ele procura entender o que o professor está explicando ou perguntando". Além disso, a avaliação dos conhecimentos prévios dos alunos permite que o professor organize sua aula de modo mais direcionado ao perfil específico da turma.

5.2 Roda de conversa após pesquisa extraclasse realizada na internet

Oito estudantes faltaram à escola na data programada para a roda de conversa. Entre os presentes, apenas quatro haviam realizado a pesquisa solicitada na aula anterior. Os demais alegaram esquecimento ou falta de tempo para a atividade, apesar de ter sido enviado um

lembrete no grupo de WhatsApp da turma e ter sido concedido o prazo de uma semana para a sua realização. O desinteresse dos estudantes pela realização da tarefa extraclasse causou preocupação à professora, levando-a a considerar a substituição da roda de conversa por outra atividade. Garcia, Halmenschlager e Brick (2021) consideram que embora diversas pesquisas apontem que o desinteresse escolar está associado às metodologias adotadas pelos professores, indicando que cabe a eles desenvolver estratégias para superá-lo, esse problema é mais complexo e envolve fatores que vão além das escolhas didáticas dos docentes. O ambiente externo à escola pode ser, frequentemente, uma das razões para que muitos estudantes não tenham interesse nos temas abordados pelos docentes, independentemente da forma como o professor tenta atingi-lo. Um dos objetivos da roda de conversa é “socializar saberes e implementar a troca de experiências, de conversas, de divulgação de conhecimentos entre os envolvidos, na perspectiva de construir e reconstruir novos conhecimentos sobre a temática proposta.” (MOURA; LIMA, 2014, p.101). Portanto, a atividade foi mantida como parte da sequência didática e foi considerada produtiva, uma vez que os quatro estudantes que realizaram a pesquisa conseguiram despertar a curiosidade de alguns de seus colegas ao compartilharem as informações que obtiveram.

A primeira estudante a se pronunciar durante a roda de conversa, relatou que finalmente compreendeu o que são cianobactérias. Ela se lembrou que esses organismos fazem parte dos líquens, um grupo de organismos que foi estudado e observado durante a atividade de aplicação em sala de aula (AASA), realizada com a mesma turma no ano anterior. Nesse momento, um dos estudantes que não fez a pesquisa solicitada para a roda comentou que acreditava que algas e cianobactérias estavam presentes apenas em ambientes aquáticos. A segunda estudante a falar comentou sobre notícias a respeito da morte de centenas de elefantes em Botsuana devido a toxinas produzidas por cianobactérias presentes no leito de um rio (ver SWAILS; RAHIM, 2020) e que cianotoxinas também foram responsáveis pela morte de pessoas aqui no Brasil, quando água contaminada foi utilizada em aparelhos de hemodiálise (ver DANTAS, 2016). O terceiro estudante contou que seu pai já presenciou um evento de maré vermelha e que ficou bastante apreensivo quando os banhistas foram orientados a saírem do mar devido ao risco de contaminação. O último comentou que, durante sua pesquisa, lembrou de um ambiente eutrofizado bem próximo a sua residência, mas que o local recentemente havia sido limpo pela prefeitura.

Os relatos dos estudantes enriqueceram a conversa, pois permitiram que eles percebessem que eventos como esses acontecem com frequência, mas muitas vezes passam despercebidos. A professora complementou as falas dos estudantes e apresentou novas

informações sobre o tema.

Após os debates mencionados acima, a professora apresentou o “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas”, juntamente com a explicação dos objetivos e as orientações para a realização das atividades propostas para a saída de campo. Todos os estudantes já conheciam os dois pontos de aplicação do protocolo e de coleta de amostras de perifíton, e foram estimulados a elaborarem hipóteses sobre os possíveis resultados dessas atividades. As hipóteses sugeridas estão descritas no quadro 2.

Hipóteses elaboradas pelos estudantes	
Grupo 1:	“O ponto de amostragem 1, próximo a Cachoeira do Maquiné atingirá mais de 68 pontos no protocolo e será classificado como ambiente com mínima perturbação.”
	“O ponto de amostragem 1 apresentará maior quantidade de espécies e maior número indivíduos que o ponto 2.”
Grupo 2:	“O ponto de amostragem 2 será classificado como ambiente com moderada perturbação, pois irá atingir entre 40 de 68 pontos.”
	“O ponto de amostragem 2 apresentará menos seres vivos do que o ponto 1.”

Quadro 2: Relação das hipóteses elaboradas pelos estudantes.

O estímulo à formulação de hipóteses permitiu que os estudantes antecipassem resultados e refletissem sobre as características ambientais dos pontos de coleta, demonstrando envolvimento com o tema. As hipóteses elaboradas indicam que há uma percepção, entre os alunos, de que o ponto próximo à cachoeira apresenta menor intervenção humana e, por isso, deve possuir maior biodiversidade, enquanto o ponto localizado na área urbana é visivelmente mais impactado e deveria apresentar piores condições para a colonização pelas algas e cianobactérias. Elaborar e testar hipóteses, assim como buscar evidências e justificativas, fazem parte do processo científico, no qual a comunicação das ideias frequentemente envolve uma tentativa de validar e defender as proposições apresentadas (SASSERON, 2015). Assim, essa abordagem investigativa pode favorecer o desenvolvimento do pensamento crítico e a conexão entre teoria e prática.

5.3 Aula de campo: Coleta de amostras de perífiton e aplicação do protocolo

Dezesseis estudantes estiveram presentes na aula de campo, sendo nove pertencentes ao grupo 1 e sete ao grupo 2. Foi realizada a coleta de rochas cobertas por perífiton em cada ponto de amostragem e, em seguida, a aplicação do protocolo simplificado de avaliação rápida da saúde de rios e lagoas.

O ponto 1, situado próximo à Cachoeira do Maquiné, obteve 85 pontos no protocolo de avaliação, sendo classificado como um ambiente com “mínima perturbação” (figura 17).

GRUPO 1: PONTO DE AMOSTRAGEM 1 – PRÓXIMO À CACHOEIRA DO MAQUINÉ			
PROTOCOLO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA SAÚDE DE RIOS E LAGOAS			
Descrição do Ecossistema Aquático			
Questões	Respostas		
1. O que existe em maior quantidade em torno do local?	<input checked="" type="checkbox"/> Vegetação natural	(b) Plantações, pastagens, monocultura	(c) Casas, lojas, indústrias
2. Existe assoreamento?	(a) Não	<input checked="" type="checkbox"/> Pouco	(c) Muito
3. Existe lixo na(s) margem(s)?	(a) Não	<input checked="" type="checkbox"/> Pouco	(c) Muito
4. A água apresenta odor?	<input checked="" type="checkbox"/> Não	(b) Odor fraco	(c) Odor forte
5. Existe esgoto? (observar presença de canos de despejo de esgoto no local)	<input checked="" type="checkbox"/> Não	(b) Pouco	(c) Muito
6. Como é a transparência da água?	<input checked="" type="checkbox"/> A água é clara	(b) A água é um pouco escura	(c) A água é muito escura
7. Como é composto o leito do rio (maior parte)?	<input checked="" type="checkbox"/> Pedras e cascalhos	(b) Lama e areia	(c) Cimento
8. Como é a mata ciliar?	<input checked="" type="checkbox"/> Existem muitas árvores	(b) Existem poucas árvores	(c) Quase não existem árvores
9. Existe erosão nas margens?	(a) Não	<input checked="" type="checkbox"/> Pouco	(c) Muito
10. Qual a diversidade de habitats para organismos aquáticos?	<input checked="" type="checkbox"/> Muito diverso	(b) Mais ou menos diverso	(c) Pouca diversidade (só 1 ou 2 tipos diferentes de habitats, ou seja, cascalho, areia, madeira)
Cálculo			
Letra marcada	Valor	Número de letras	Total de Pontos
(a)	10 pontos	7	70
(b)	5 pontos	3	15
(c)	0 pontos	0	0
Pontuação Total			85
Interpretação da Pontuação:			
Maior que 68 pontos: MÍNIMA PERTURBAÇÃO ←			
40 a 68 pontos: MODERADA PERTURBAÇÃO			
Menor que 40 pontos: ALTA PERTURBAÇÃO			
OBSERVAÇÕES: <i>Carvão, e latinhas de cerveja, um copo descartável e uma embalagem de gelão.</i>			

Figura 17: Resultado do protocolo aplicado no ponto de amostragem 1.

Durante a atividade de campo, os estudantes observaram e debateram a respeito das

condições ambientais do local, destacando diversos aspectos positivos, como a presença de mata ciliar, a transparência da água, a ausência de esgoto e de odor, além da presença abundante de cascalho e folhas no leito do rio, que, segundo as interpretações dos próprios estudantes, possivelmente servem de abrigo para diversas espécies aquáticas. Apesar de o local ter atingido boa pontuação no protocolo, alguns alunos identificaram fatores preocupantes, como a presença de embalagens de alimentos, copos descartáveis e restos de carvão deixados no local, evidenciando que o espaço havia sido utilizado recentemente para alguma reunião similar a um churrasco. Esse tipo de intervenção humana, mesmo em áreas que se encontram em bom estado de conservação, demonstra a necessidade de maior conscientização sobre os impactos causados por resíduos descartados de forma incorreta. A percepção crítica dos estudantes quanto aos resíduos encontrados ressaltou a importância de práticas de educação ambiental que informem mais detalhadamente sobre os danos causados por resíduos deixados no ambiente e que promovam o respeito e a preservação dos recursos naturais. A reflexão coletiva gerada durante a atividade enfatizou a necessidade de orientar os visitantes a adotarem comportamentos mais responsáveis, que contribuam para a proteção da biodiversidade ali presente.

O ponto de amostragem 2 obteve apenas 20 pontos no protocolo simplificado de avaliação rápida da saúde de rios e lagoas, sendo classificado como um ambiente com “alta perturbação” (figura 18). Os estudantes destacaram diversos aspectos negativos nesse local. Entre os principais problemas apontados, estavam o excesso de areia e lama no fundo do rio, a escassez de árvores, a grande quantidade de mato nas margens, a presença de entulho, lixo e, sobretudo, canos despejando esgoto residencial diretamente leito do rio. Apesar dessas características, é comum observar pessoas atravessando o rio a pé, mesmo havendo uma ponte para travessia de pedestres naquele local. O único aspecto positivo destacado pelos estudantes foi o fato de o rio não ser canalizado. Alguns sugeriram a elaboração de um projeto de conscientização ambiental direcionado à população de Catas Altas, com o propósito de sensibilizar os moradores sobre a relevância da preservação do rio e de suas margens. Um dos alunos, no entanto, sugeriu que uma medida mais drástica e potencialmente polêmica poderia ser necessária, propondo que a prefeitura considerasse a desapropriação das residências próximas e a demolição das construções como única alternativa viável que possibilitaria a revitalização do rio e o replantio da vegetação nativa.

 Escola Estadual Alzira Ayres Pereira Rua Felício Alves, nº 575, Sol Nascente - Catas Altas/MG Tel: (31) 3832-7130 E-mail: escola.10545@educacao.mg.gov.br			
GRUPO 2: PONTO DE AMOSTRAGEM 2 – RIO MAQUINÉ (BAIRRO VISTA ALEGRE)			
PROTOCOLO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA SAÚDE DE RIOS E LAGOAS			
Descrição do Ecossistema Aquático			
Questões	Respostas		
1. O que existe em maior quantidade em torno do local?	(a) Vegetação natural	(b) Plantações, pastagens, monocultura	<input checked="" type="checkbox"/> Casas, lojas, indústrias
2. Existe assoreamento?	(a) Não	(b) Pouco	<input checked="" type="checkbox"/> Muito
3. Existe lixo na(s) margem(s)?	(a) Não	<input checked="" type="checkbox"/> Pouco	(c) Muito
4. A água apresenta odor?	(a) Não	<input checked="" type="checkbox"/> Odor fraco	(c) Odor forte
5. Existe esgoto? (observar presença de canos de despejo de esgoto no local)	(a) Não	(b) Pouco	<input checked="" type="checkbox"/> Muito
6. Como é a transparência da água?	(a) A água é clara	<input checked="" type="checkbox"/> A água é um pouco escura	(c) A água é muito escura
7. Como é composto o leito do rio (maior parte)?	(a) Pedras e cascalhos	<input checked="" type="checkbox"/> Lama e areia	(c) Cimento
8. Como é a mata ciliar?	(a) Existem muitas árvores	(b) Existem poucas árvores	<input checked="" type="checkbox"/> Quase não existem árvores
9. Existe erosão nas margens?	(a) Não	(b) Pouco	<input checked="" type="checkbox"/> Muito
10. Qual a diversidade de habitats para organismos aquáticos?	(a) Muito diverso	(b) Mais ou menos diverso	<input checked="" type="checkbox"/> Pouca diversidade (só 1 ou 2 tipos diferentes de habitats, ou seja, cascalho, areia, madeira)
Cálculo			
Letra marcada	Valor	Número de letras	Total de Pontos
(a)	10 pontos	0	0
(b)	5 pontos	4	20
(c)	0 pontos	6	0
Pontuação Total			20
Interpretação da Pontuação:			
Maior que 68 pontos: MÍNIMA PERTURBAÇÃO			
40 a 68 pontos: MODERADA PERTURBAÇÃO			
Menor que 40 pontos: ALTA PERTURBAÇÃO			
OBSERVAÇÕES: MUITO MAUO, EMBALAGENS DE PLÁSTICO, CANO JOGANDO ESGOTO.			

Figura 18: Resultado do protocolo aplicado no ponto de amostragem 2.

As observações críticas feitas pelos estudantes reforçaram o potencial da abordagem investigativa em promover reflexões sobre o impacto das ações humanas nos ecossistemas, promovendo o desenvolvimento da percepção ambiental e o senso de responsabilidade coletiva em relação à conservação desses espaços.

As atividades de campo “permitem o contato direto com o ambiente, possibilitando que o estudante se envolva e interaja em situações reais, confrontando teoria e prática, além de estimular a curiosidade e aguçar os sentidos.” (VIVEIRO; DINIZ, 2009, p. 29). Assim, a saída de campo foi essencial para o processo de ensino aprendizagem, pois permitiu que os estudantes tivessem um contato mais direto com aspectos relacionados aos conteúdos teóricos abordados em sala de aula e refletissem sobre a relação entre as ações humanas e os impactos ambientais

em locais que eles frequentam desde a infância. Ainda conforme Viveiro e Diniz (2009, p.30), “as atividades de campo podem ser utilizadas também como importante estratégia em programas de EA, uma vez que o contato com o ambiente permite a sensibilização acerca dos problemas ambientais.” A atividade proporcionou aos estudantes o despertar de um olhar mais atento para as questões relacionadas ao meio ambiente. O sentimento de pertencimento aos locais visitados gerou preocupação em relação aos cuidados que o ponto de amostragem 1 precisa receber agora para garantir que ainda possa ser usufruído ao longo do tempo. Já em relação ao ponto de amostragem 2, a experiência levou os estudantes a refletirem sobre possíveis soluções para mitigar os impactos ambientais identificados naquela área.

5.4 Observação das amostras ao microscópio óptico

A terceira e a quarta aula da sequência didática foram realizadas no laboratório de ciências da escola. De acordo com Lima e Garcia (2011, p.213), o fato de não estar em uma sala de aula convencional, apenas ouvindo o professor transmitir o conteúdo, já é, sem dúvida, um grande estímulo à aprendizagem.” Contudo, atividades fora da sala de aula também apresentam desafios. Com apenas três microscópios em condições de uso durante as duas aulas destinadas à observação das amostras, foi necessário organizar um sistema de revezamento entre os estudantes para que todos tivessem a oportunidade de visualizar as lâminas.

O objetivo dessa atividade era proporcionar uma experiência prática em que os estudantes pudessem observar algas e cianobactérias presentes nas amostras de perifiton coletadas nos dois pontos visitados, sem se preocuparem com a identificação taxonômica das espécies. Naquele momento, o mais importante era que conseguissem visualizar os microrganismos enquanto a professora explicava que muitas espécies de microalgas são bioindicadores de qualidade da água. A atividade permitiu que os estudantes observassem diferentes morfotipos, evidenciando variações estruturais e contribuindo para a construção do conhecimento sobre esses seres microscópicos. A maioria dos estudantes já havia observado cortes de tecidos animais e vegetais ao microscópio. No entanto, essa foi a primeira vez que eles mesmos prepararam as lâminas e puderam observar organismos ainda vivos. Infelizmente, devido ao tempo limitado, não foi possível realizar uma tentativa de quantificação das amostras para comparar a abundância e a diversidade dos pontos de amostragem. Também não houve tempo para a atividade de desenho dos morfotipos visualizados, o que ajudaria na fixação e registro das informações. Por isso, foi solicitado aos estudantes que utilizassem seus *smartphones* para fotografarem as algas e cianobactérias. Algumas das imagens capturadas

serviram como referência visual para a confecção dos modelos didáticos produzidos com porcelana fria (*biscuit*), proporcionando uma abordagem criativa e manual para a representação das estruturas microscópicas observadas.

O uso do microscópio “contribui com a dinamização das aulas, unindo assim teoria e prática, tornando visível aos alunos a percepção das células, tecidos e demais estruturas microscópicas, visíveis até então somente através de fotos e imagens dos livros didáticos.” (SILVA; VIEIRA; OLIVEIRA, 2009, p. 4). Assim, essa etapa da SD foi satisfatória, pois despertou a curiosidade e o interesse da maioria dos estudantes, promovendo uma nova experiência de aprendizagem. Apesar das limitações de tempo e dos equipamentos disponíveis, a atividade contribuiu para a fixação do conteúdo, o aprimoramento da percepção visual e o trabalho em equipe, tornando o aprendizado mais dinâmico e envolvente.

5.5 Roda de conversa para discussão das hipóteses

Na data programada para a realização da quinta aula da SD, apenas nove estudantes estavam presentes, sendo três pertencentes ao grupo 1 e seis ao grupo 2. Apesar da ausência de muitos alunos, o adiamento dessa etapa não era viável devido à proximidade do encerramento do ano letivo. Seguindo o planejamento, realizou-se uma roda de conversa com os estudantes presentes, com o objetivo de verificar as hipóteses previamente elaboradas pelos dois grupos e promover uma discussão sobre os resultados obtidos.

Devido à falta de tempo hábil para realizar a quantificação ou estimativa da quantidade de algas e cianobactérias nas amostras, não foi possível confirmar ou refutar as hipóteses formuladas sobre a diversidade e abundância dos organismos coletados. Apesar disso, alguns estudantes observaram, de forma preliminar, que as lâminas do ponto de amostragem 2 aparentavam conter uma menor quantidade de organismos em comparação com as lâminas do ponto de amostragem 1. Essa percepção, embora não respaldada por dados quantitativos, suscitou reflexões importantes sobre as condições ambientais dos dois pontos analisados.

Em relação aos resultados obtidos com a aplicação do Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas, os estudantes do grupo 1 discutiram sobre o ponto de amostragem 1, classificado como um ambiente com “mínima perturbação”. Alguns alunos demonstraram preocupação ao perceberem que o trecho perdeu pontos no protocolo devido a presença de lixo, pois esperavam encontrar um ambiente isento de impactos ambientais causados pela ação humana. Nesse momento, uma estudante do grupo 2 interveio, relatando em todas as vezes em que visitou o ponto 1, havia lixo no local. Um terceiro estudante reclamou

do comportamento inadequado de alguns turistas, quando foi interrompido pela mesma estudante, que destacou que os próprios moradores também contribuem para a poluição do local. Ela enfatizou, ainda, a urgência de implementar medidas educativas voltadas à conscientização da população sobre a importância da preservação ambiental.

Quanto ao ponto de amostragem 2, os estudantes do grupo 2 inicialmente acreditavam que o local seria classificado como ambiente com “moderada perturbação”. No entanto, o resultado revelou uma classificação de “alta perturbação”, o que gerou grande preocupação quanto aos impactos ambientais existentes na área. Esses impactos, conforme apontado por um dos estudantes, muitas vezes passam despercebidos. Ele relatou que frequentemente transita pelo local, mas que não tinha o hábito de observar as características do rio e de suas margens. Outro estudante destacou que, em determinadas épocas do ano, um odor desagradável se torna muito intenso no ponto 2, mas que, ainda assim, já presenciou pessoas tentando pescar na área, evidenciando o contraste entre o uso do ambiente e a degradação presente.

Essa etapa da sequência didática foi essencial para mostrar aos estudantes como os impactos ambientais estão presentes em seu cotidiano, mas frequentemente passam despercebidos devido à rotina acelerada ou pouca abordagem sobre o tema em diversos ambientes que frequentam. A roda de conversa proporcionou um momento de reflexão sobre ações individuais e coletivas, abordando também a necessidade do poder público implementar ações de educação ambiental que assegurem o desenvolvimento sustentável, conforme estabelecido pelo artigo 225 da Constituição Federal: “Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.” (BRASIL, 1988). Segundo Lima e Garcia (2011, p.212), “se dermos aos nossos alunos a oportunidade de pensar, proporcionaremos algo que levarão para a vida. [...] Estaremos dando a eles a autonomia para formação de seus pensamentos e a motivação para suas ações conscientes.”. Dessa forma, o momento de discussão foi importante para despertar nos estudantes uma visão crítica sobre o ambiente no qual estão inseridos, incentivando-os a se tornarem cada vez mais conscientes e comprometidos com a preservação do meio ambiente.

5.6 Confeção dos modelos didáticos de algas e cianobactérias

Ao término da quinta aula da SD, os estudantes de cada grupo foram orientados a elaborar dois modelos didáticos dos organismos observados ao microscópio óptico. A produção

deveria ser realizada em casa e entregue na semana seguinte. No entanto, os alunos alegaram não ter tido tempo suficiente para se reunir e concluir a atividade, mesmo após a prorrogação do prazo de entrega. Para contornar essa situação, foi necessário que um professor disponibilizasse uma aula de 50 minutos durante o horário regular para a realização da proposta.

Os estudantes dos dois grupos observaram as fotos capturadas a partir das oculares dos microscópios no laboratório de ciências da escola para selecionar as algas que iriam reproduzir com massa de *biscuit*. O grupo 1 escolheu produzir um modelo didático de uma alga do gênero *Cosmarium* (figura 19), enquanto o grupo 2 optou por uma alga do gênero *Ulnaria* (figura 20). As espécies foram identificadas pelo professor Dr. Cleber Cunha Figueredo, do laboratório de Ficologia – ICB/UFMG. Outros estudantes que desejarem realizar esse tipo de atividade podem utilizar a ferramenta Google Imagens como apoio na identificação de algas e cianobactérias.



Figura 19: Alga do gênero *Cosmarium* observada ao microscópio óptico. Fonte: A autora/2024



Figura 20: Alga do gênero *Ulnaria* ao microscópio óptico. Fonte: A autora/2024

A professora forneceu massa de *biscuit* e corante verde para a confecção dos modelos. A atividade foi marcada pela interação entre os estudantes, que observaram atentamente os

detalhes das algas escolhidas. Esse momento proporcionou uma rica oportunidade de aprendizado colaborativo, permitindo que os estudantes compartilhassem conhecimentos e aprimorassem suas habilidades de observação e criatividade (figura 21).



Figura 21: Confeção dos modelos didáticos de microalgas. Fonte: A autora/2024

Cada grupo confeccionou um modelo didático de microalga (figuras 22 e 23). A atividade mostrou-se satisfatória pois, conforme ressaltado por Adamy *et al.* (2015), modelos didáticos são recursos pedagógicos que favorecem a interação dos estudantes entre si e com o professor, auxiliando na aprendizagem de assuntos complexos como as microalgas. Esse tipo de interação favoreceu a aprendizagem ativa, permitindo que os estudantes assumissem o protagonismo em seu processo de aprendizagem, explorando conceitos e debatendo suas ideias com os colegas e o professor.



Figura 22: Modelo didático de microalga do gênero *Cosmarium* confeccionado pelos estudantes.

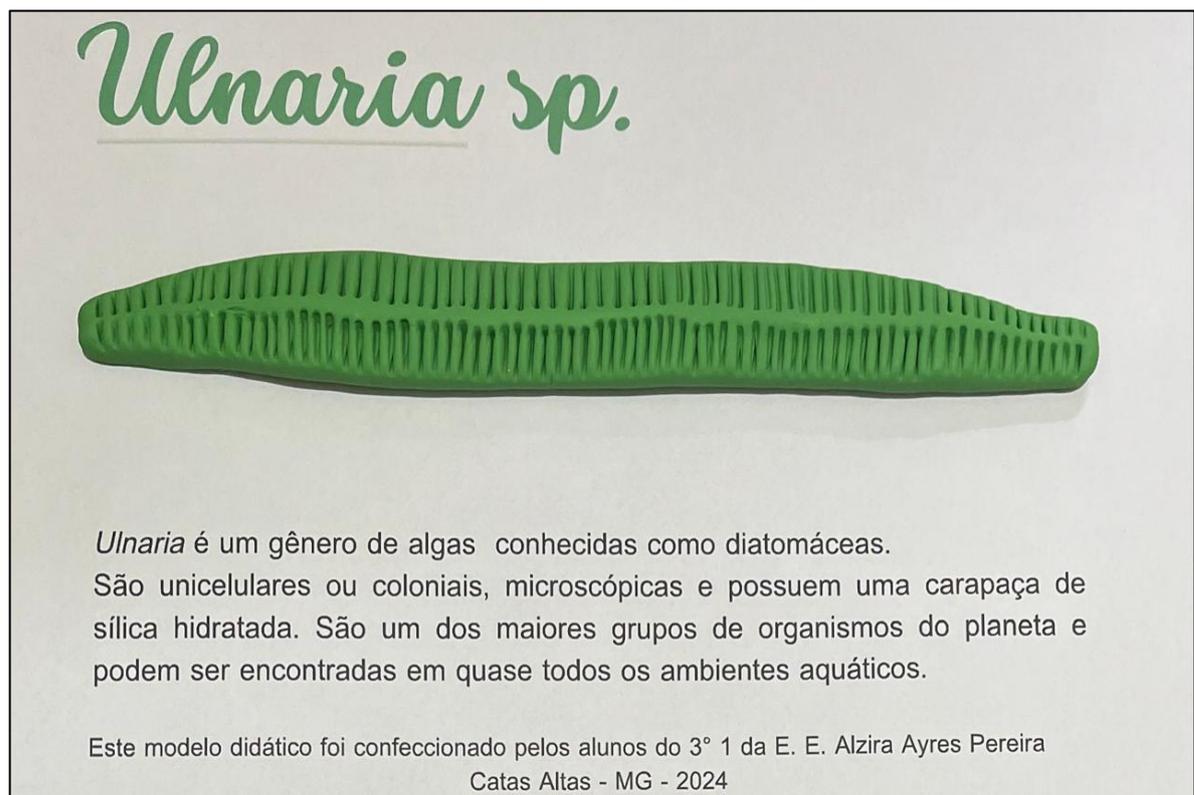


Figura 23: Modelo didático de microalga do gênero *Ulnaria* confeccionado pelos estudantes

Os modelos didáticos tridimensionais de microalgas confeccionados pelos estudantes com porcelana fria (massa de *biscuit*) estão disponíveis no laboratório de ciências da Escola

Estadual Alzira Ayres Pereira para que outros professores dessa escola possam utilizá-los durante aulas sobre esse tema.

5.7 *Folders* educativos sobre a as algas e as cianobactérias

Após a ampliação do conhecimento sobre as algas e as cianobactérias ao longo de todas atividades da sequência didática, foi solicitado que cada grupo de estudantes produzisse *folders* educativos sobre esses microrganismos no contexto da educação ambiental. Enquanto atividade extraclasse, a elaboração dos *folders* proporcionou um momento de interação e aprendizado em grupo, no qual os estudantes tiveram que dialogar, tomar decisões coletivas e organizar o conteúdo, sem a supervisão direta da professora. Essa atividade não apenas incentivou o desenvolvimento de habilidades de comunicação e trabalho colaborativo, como também estimulou o protagonismo dos estudantes em seu processo educacional.

De acordo com Paula e Carvalho (2014), projetos pedagógicos que abordam questões ambientais devem ser planejados com o objetivo de capacitar os indivíduos a desempenharem o papel de agentes educadores. Materiais informativos como os *folders*, segundo Siqueira, Cavalcante e Dias (2013, p.3), “têm grande importância no papel de conscientização da população de forma clara e objetiva sobre determinado assunto.” Assim, os *folders* elaborados pelos estudantes (figuras 24 a 27), foram distribuídos para a comunidade escolar, contribuindo para a divulgação de informações sobre algas e cianobactérias e também para a conscientização ambiental. Essa iniciativa promoveu um impacto positivo ao unir aprendizado teórico, práticas educativas e ações que alcançaram um público maior, fortalecendo a educação ambiental como uma ferramenta que pode transformar a sociedade.



POR ISSO...

A **EDUCAÇÃO AMBIENTAL** é importante, pois ajuda a desenvolver a consciência ética e cidadã, e a promover o uso racional dos recursos naturais.

A educação ambiental tem como objetivo:

- Promover a conexão entre as pessoas e a natureza.
- Ajudar a desenvolver a consciência ecológica e a ética.
- Estimular a tomada de ações com foco na preservação e na sustentabilidade.
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida.



O artigo 225 da Constituição Federal estabelece:

- O meio ambiente é um bem de uso comum do povo e é essencial para a qualidade de vida.
- O Poder Público e a coletividade têm o dever de preservar e defender o meio ambiente.
- A educação ambiental é um componente essencial da educação nacional.

FIQUE LIGADO!

- Lugar de lixo é na lixeira! Recolha o seu lixo sempre que visitar as nossas cachoeiras!
- Cuide do meio ambiente!
- O futuro dos nossos rios depende das nossas ações hoje. Seja parte da mudança para um ambiente mais saudável e sustentável!

ALGAS, CIANOBACTÉRIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL



ESCOLA ESTADUAL ALZIRA AYRES PEREIRA
CATAS ALTAS - MG
3º 1 - 2024

Figura 24: Lado externo do folder produzido pelos estudantes do grupo 1.

ALGAS E CIANOBACTÉRIAS

- **As algas e as cianobactérias são seres vivos que podem ser encontrados em praticamente qualquer região do planeta.**

Elas são essenciais para a vida no planeta Terra por que:

- **Produzem Oxigênio:** Juntas, algas e cianobactérias são responsáveis por cerca de 50% do oxigênio produzido na Terra.
- **São a base da cadeia alimentar aquática:** Elas servem como alimento para animais minúsculos que formam o zooplâncton.
- **Regulam o ecossistema:** contribuem para a qualidade da água e ajudam na ciclagem de nutrientes.



MAS...

A poluição nos rios pode causar a **EUTROFIZAÇÃO**, que é um processo que ocorre quando há um aumento de nutrientes na água. Esse processo pode ser natural ou provocado pelo homem.





A **EUTROFIZAÇÃO** pode causar:

- Aumento da proliferação de algas e cianobactérias
- Produção de substâncias nocivas à saúde
- Morte de diversas espécies animais e vegetais
- Baixos níveis de oxigênio dissolvido na água
- Água turva e com mau odor

PRESEERVE A CACHOEIRA DO MAQUINÉ!








Figura 25: Lado interno do folder produzido pelos estudantes do grupo 1.

VOCÊ SABIA?

A **MARÉ VERMELHA** é um fenômeno natural que ocorre quando há uma proliferação excessiva de microalgas ou **ALGAS** dinoflageladas no mar. A coloração da água pode mudar para vermelho, amarelo ou marrom.



Dependendo da espécie de alga, pode contaminar peixes e causar mal-estar aos seres humanos que se alimentarem deles.

Algumas espécies de **CIANO BACTÉRIAS** conseguem captar nitrogênio da atmosfera e convertê-lo em nutrientes. Elas têm um papel importante na alimentação de outros organismos e contribuem para a fertilidade do solo e da água. Algumas espécies produzem cianotoxinas que podem ser perigosas para humanos, animais, vida aquática e seu ambiente.




EDUCAÇÃO AMBIENTAL

A Educação Ambiental compreende os processos por meio dos quais o indivíduo e a coletividade constroem valores sociais, conhecimentos, habilidades, atitudes e competências voltadas para a conservação do meio ambiente, bem de uso comum do povo, essencial à sadia qualidade de vida e sua sustentabilidade.

CUIDAR DO MEIO AMBIENTE É DEVER DE TODOS!



A preservação das algas, cianobactérias e do Rio Maquiné é essencial para manter o equilíbrio ecológico e garantir um ambiente saudável para as futuras gerações. Cada um de nós pode contribuir com pequenas ações diárias!

ALGAS, CIANO BACTÉRIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL



ESCOLA ESTADUAL ALZIRA AYRES PEREIRA
CATAS ALTAS
3º 1 / 2024

Figura 26: Lado externo do folder produzido pelos estudantes do grupo 2.

O QUE SÃO ALGAS E CIANO BACTÉRIAS?

As algas e as cianobactérias são seres vivos microscópicos que fazem parte das comunidades aquáticas.

São responsáveis pela produção de grande parte do oxigênio do planeta!

São uma fonte de alimento para outros organismos como zooplâncton, insetos e caracóis, e no caso de algas filamentosas maiores, um habitat para pequenos animais.




IMPACTOS AMBIENTAIS NO RIO MAQUINÉ:

- Esgoto
- Erosão
- Entulho
- Muito mato
- Assoreamento
- Lixo nas margens
- Poucas árvores
- Odor desagradável





É POSSÍVEL REVERTER ESSA SITUAÇÃO?

VAMOS CUIDAR DO RIO MAQUINÉ!



Para preservar o Rio Maquiné e garantir a saúde dos ecossistemas locais, aqui estão algumas práticas recomendadas:

Educação Ambiental: Promover palestras e workshops sobre a importância da conservação das algas e cianobactérias.

Limpeza do Rio: Organizar mutirões de limpeza para remover lixo e poluentes das margens do rio.

Monitoramento da qualidade da água: Realizar coletas periódicas de água para verificar a presença de poluentes e o estado da biodiversidade local.

Recuperação da mata ciliar: Plantar árvores nativas ao longo das margens para evitar erosão e melhorar a qualidade da água.

Utilização sustentável dos recursos naturais: Incentivar práticas agrícolas que não poluam o rio, como o uso responsável de agrotóxicos.



Figura 27: Lado interno do folder produzido pelos estudantes do grupo 2.

Os *folders* informativos foram revisados e impressos pela professora, ficando disponíveis na escola para que outros estudantes e professores também tenham acesso ao conhecimento adquirido durante a aplicação da sequência didática. Alguns dos exemplares impressos foram distribuídos à comunidade escolar. Durante o processo de produção, os estudantes puderam aprimorar suas habilidades de criação e edição do material, pois foi necessário realizar algumas correções devido a erros gramaticais, de digitação e de formatação. As imagens digitais, apresentando todo o conteúdo dos *folders*, foram compartilhadas nas redes sociais da escola (figura 28), com o objetivo de ampliar o alcance e a visibilidade do trabalho desenvolvido pelos estudantes.

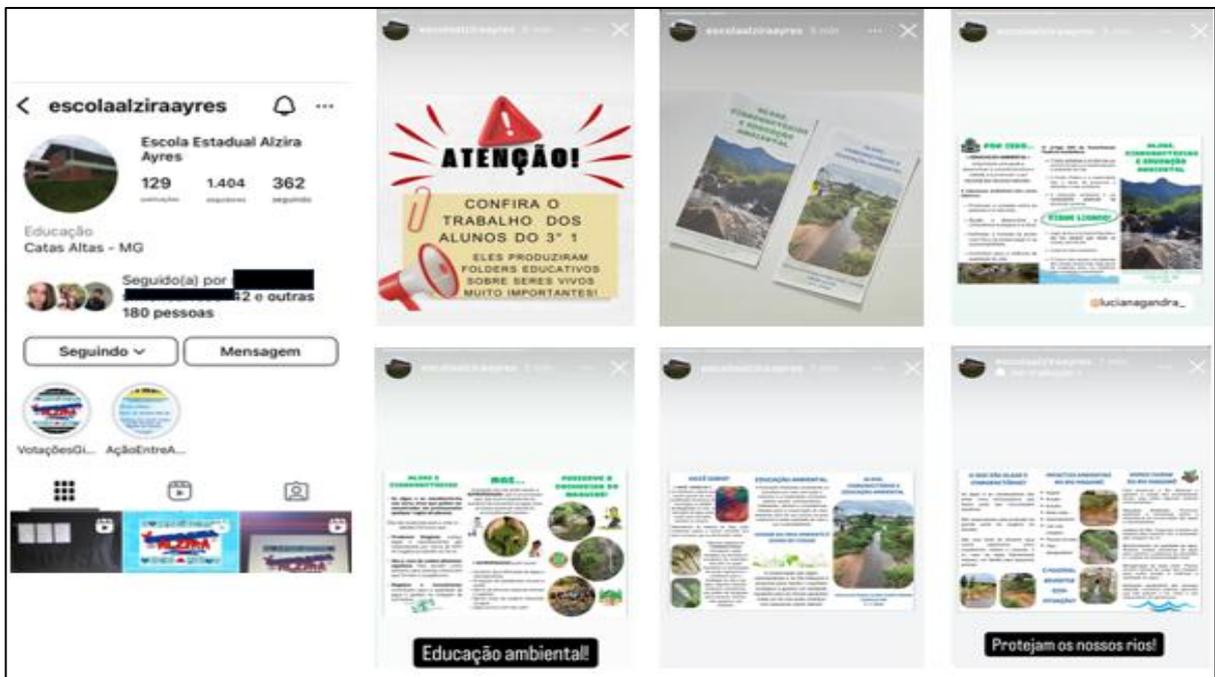


Figura 28: Divulgação dos *folders* educativos no perfil da Escola Estadual Alzira Ayres Pereira em rede social.

5.8 Resultado do questionário aplicado após o desenvolvimento da sequência didática

O questionário para levantamento de conhecimentos prévios, utilizado como etapa inicial da sequência didática (SD), foi reaplicado após a quinta aula para avaliar os avanços no aprendizado dos estudantes. Na reaplicação, a maioria dos alunos marcou a alternativa “sim” para todas as perguntas, o que sugere que a SD atingiu com sucesso o objetivo de ampliar o entendimento dos estudantes sobre algas e cianobactérias (Figura 29).

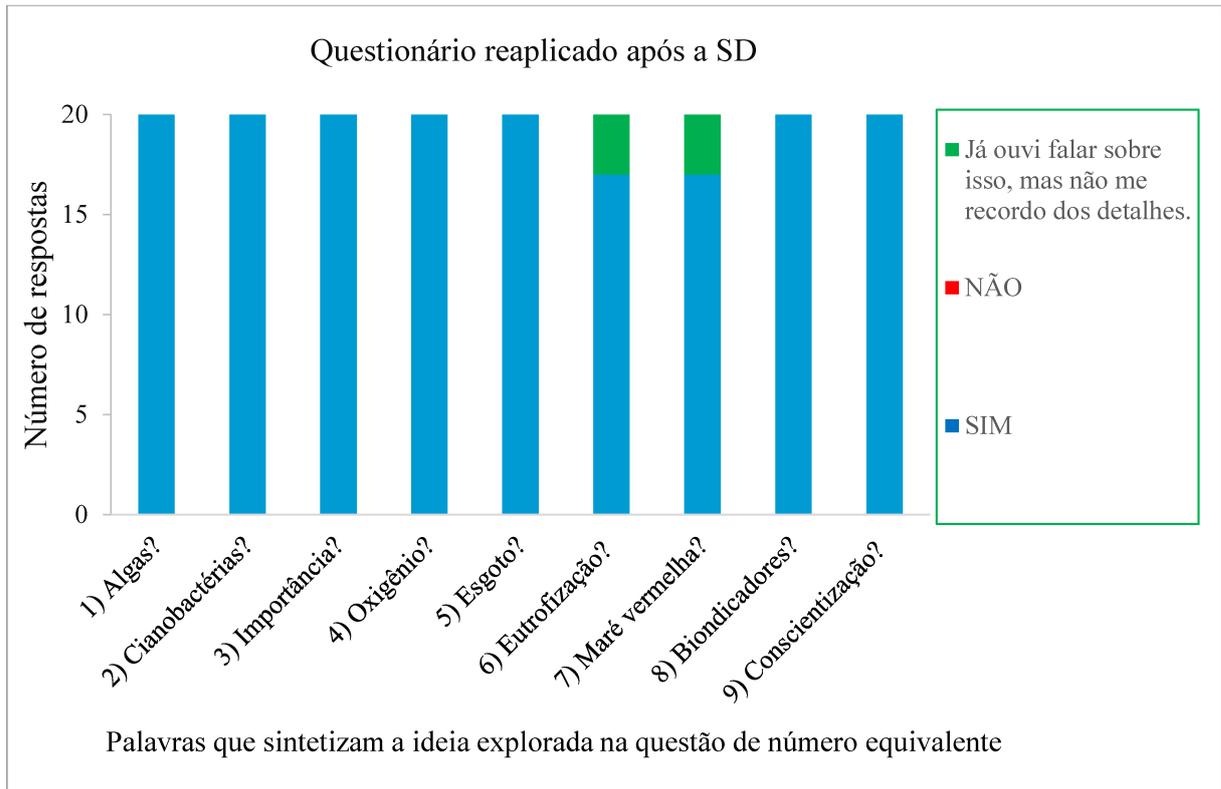


Figura 29: Comparativo das respostas dos estudantes para as nove perguntas fechadas do questionário reaplicado após a sequência didática. Fonte: A autora/2025

Em contraste com a aplicação inicial, onde muitos demonstraram desconhecimento ou apenas familiaridade superficial com os temas, os resultados sugerem que as estratégias pedagógicas adotadas promoveram uma aprendizagem mais sólida. Apesar do desempenho geral positivo, três estudantes marcaram a alternativa “já ouvi falar sobre o assunto, mas não me recordo dos detalhes” para as questões 6 e 7, que tratavam sobre eutrofização e maré vermelha, respectivamente. Esse resultado sugere que, embora a maioria dos estudantes tenham declarado que houve uma consolidação dos conceitos trabalhados, alguns tópicos poderiam ser explorados de forma mais aprofundada. Assim, caso outros professores desejem aplicar essa sequência didática, é necessário se atentarem à necessidade de reforçar a abordagem desses tópicos ou fazer uma avaliação durante a execução da SD para que tópicos para os quais os alunos tenham mais dificuldade venham a ser mais enfocados para sanar as dúvidas.

Em relação à décima pergunta do questionário, de caráter discursivo, todos os estudantes escreveram sobre as algas e cianobactérias serem produtoras de oxigênio, base das cadeias alimentares aquáticas e indicadoras de qualidade da água. Uma das respostas chamou a atenção, pois o estudante demonstrou compreensão sobre vários tópicos abordados na SD (figura 30).

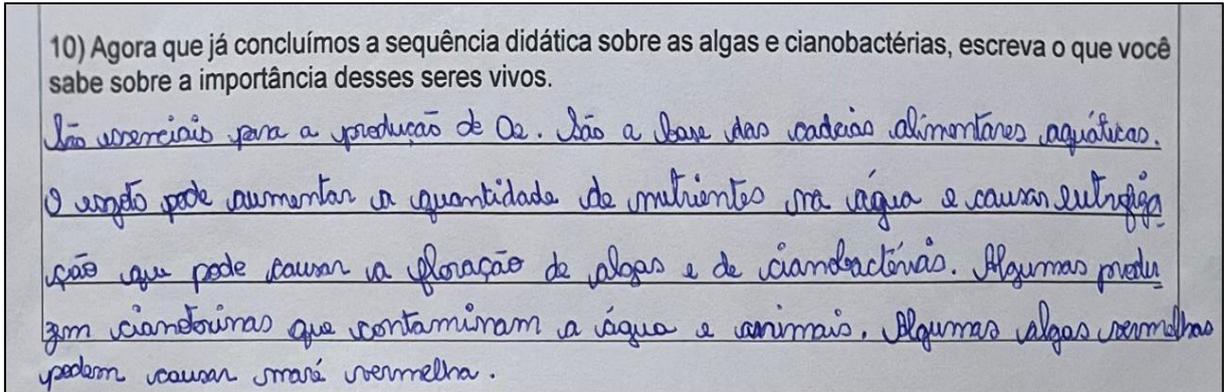


Figura 30: Resposta de um dos estudantes à questão 10 do questionário reaplicado após a conclusão da SD.

A resposta do estudante demonstra uma compreensão clara de alguns dos conceitos envolvidos na SD. Ao mencionar o impacto do esgoto no aumento da concentração de nutrientes na água, o que pode ocasionar a eutrofização, o aluno demonstra uma boa compreensão sobre as causas e consequências da floração de algas e cianobactérias. Ao citar a produção de cianotoxinas por algumas espécies de cianobactérias, o estudante também evidencia seu entendimento sobre particularidades entre algas e cianobactérias e o risco que essas toxinas representam para a água e os organismos aquáticos. Além disso, a menção às algas vermelhas e à maré vermelha indica que o aluno foi capaz de assimilar os conteúdos, evidenciando a eficácia da SD proposta.

De maneira geral, os resultados refletem o sucesso da SD em promover a aprendizagem dos estudantes, principalmente pelo uso de estratégias pedagógicas diversificadas, como observações ao microscópio, produção de modelos didáticos e elaboração de *folders* educativos. Tais atividades contribuiriam para engajar os estudantes de forma ativa e permitir que eles compreendessem a relevância dos organismos estudados no contexto ambiental. Além disso, o questionário final evidenciou que os estudantes passaram a reconhecer a importância das algas e cianobactérias na dinâmica ambiental e na vida cotidiana.

A reaplicação do questionário foi uma ferramenta valiosa para medir o impacto da sequência didática e apontar possíveis ajustes para futuras aplicações. Assim, o planejamento e a execução da SD foram eficazes em despertar o interesse e ampliar o conhecimento dos estudantes sobre um tema muitas vezes negligenciado, mas essencial para a educação ambiental. A experiência demonstrou que práticas pedagógicas bem estruturadas podem transformar a percepção dos estudantes e fomentar atitudes mais conscientes e críticas em relação ao meio ambiente.

5.9 Relatório dos estudantes sobre a sequência didática

Devido à proximidade do encerramento do ano letivo, aos preparativos para a formatura e ao cansaço típico desse período, a maioria dos alunos deixou de frequentar a escola regularmente, o que impediu que a produção do relatório fosse concluída pelos vinte estudantes envolvidos. A ausência dos estudantes também impediria a realização da 6ª aula prevista na SD, contudo, no dia 16 de dezembro de 2024, cinco alunos compareceram à escola e então foram convidados a participar da última aula da SD, que, conforme o planejamento, foi dedicada à devolutiva sobre os relatórios e às considerações finais tanto da professora quanto dos estudantes.

Apenas seis estudantes haviam feito o relatório final, e, entre os presentes, apenas dois entregaram a tarefa. Apesar disso, foi possível estabelecer um diálogo produtivo com o grupo e receber comentários valiosos sobre o desenvolvimento do trabalho.

De forma geral, os estudantes lamentaram as dificuldades enfrentadas durante o ano letivo, como uma grande quantidade de aulas ociosas devido à dificuldade da escola em contratar professores para algumas disciplinas e o excesso de aulas meramente expositivas. Nesse contexto, destacaram que as aulas da SD foram uma experiência enriquecedora, principalmente pela abordagem prática e investigativa, embora tenham considerado cansativo realizar todas as atividades propostas.

Os estudantes avaliaram a SD como satisfatória para o aprendizado sobre as algas e as cianobactérias no contexto da educação ambiental e relataram que gostariam de ter participado de mais aulas com esse tipo de metodologia.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto deste Trabalho de Conclusão de Mestrado foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa no dia 02 de outubro de 2024. Por esse motivo, a aplicação da sequência didática ocorreu no último bimestre do ano letivo, período marcado pelo cansaço dos estudantes e pelo excesso de atividades avaliativas. Contudo, mesmo em um contexto desafiador, foi uma grande oportunidade de aprendizado tanto para os alunos quanto para a professora. Esta, por sua vez, teve a oportunidade de conhecer vários tipos de metodologias ativas que podem enriquecer o processo de ensino-aprendizagem dos estudantes, especialmente em uma época em que a importância da educação precisa ser diariamente lembrada em sala, na tentativa de incentivar os estudantes a aproveitarem ao máximo as oportunidades de aprendizagem.

Embora tenha sido difícil manter o engajamento dos alunos na realização das atividades propostas, foi possível perceber que muitos mantiveram o comprometimento. Foi muito gratificante perceber o entusiasmo de alguns estudantes durante a saída de campo, além de constatar que até os alunos mais tímidos se envolveram durante as rodas de conversa e interagiram com os colegas durante as atividades em grupo. Antes da aplicação da SD, alguns alunos não tinham ideia do que eram as cianobactérias, mas após a SD, todos afirmaram ter adquirido esse e outros conhecimentos.

Apesar das dificuldades enfrentadas durante o desenvolvimento desse trabalho, a SD foi considerada satisfatória pelos envolvidos e certamente alcançou o seu principal objetivo: facilitar o aprendizado dos estudantes sobre um tema complexo, como as algas e cianobactérias. Embora o momento da execução desse projeto tenha sido impactado por desafios não previstos, o resultado da aplicação da SD evidenciou o potencial das metodologias ativas no engajamento e no aprendizado dos estudantes.

A sequência didática elaborada (apêndice D) tem como principal objetivo servir de apoio a outros professores, contribuindo para ampliar a compreensão dos estudantes sobre as algas e as cianobactérias e suas interações no contexto da educação ambiental. A abordagem proposta buscou não apenas transmitir conhecimentos teóricos, mas também estimular a reflexão crítica sobre a importância desses organismos nos ecossistemas e sua relação com a conservação ambiental.

REFERÊNCIAS

ADAMY, Henrique Varela *et al.* Sugestão de alternativas de materiais didáticos para o ensino de microalgas. **Revista Eletrônica Científica da UERGS**, [S. l.], v. 1, n. 1, p. 58–61, 2015. DOI: 10.21674/2448-0479.11.58-61. Disponível em: <http://200.132.92.80/index.php/revuergs/article/view/34>. Acesso em: 23 jan. 2025.

ALBAGLI, S.; ROCHA, L. (2021). Ciência Cidadã no Brasil. Um estudo exploratório. In M. Manuel Borges & E. S. Casado (Eds.), **Sob a lente da Ciência Aberta: Olhares de Portugal, Espanha e Brasil** (pp. 489–511). Imprensa da Universidade de Coimbra. <https://doi.org/10.14195/978-989-26-2022-0>

ARTAXO, P. Mudanças climáticas: caminhos para o Brasil: a construção de uma sociedade minimamente sustentável requer esforços da sociedade com colaboração entre a ciência e os formuladores de políticas públicas. *Cienc. Cult.*, São Paulo, v. 74, n. 4, p.1-14, Dec. 2022. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252022000400013&script=sci_arttext>. Acesso em 30 jan. 2025.

AYALA, F. (1996). Introductory essay: The case for scientific literacy. In *World Science Report 1996* (pp. 1–5). Unesco. Disponível em: <<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000102819>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

BICUDO, C. E. M.; MENEZES, M. **Gêneros de algas de águas Continentais do Brasil**. Chave para identificação e descrições. 2. ed. São Carlos: RiMa. 2006.

BRASIL, Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**. Brasília: Senado Federal, Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 14 nov. 2023.

BRASIL. LEI Nº 9.795, de 27 de abril de 1999. **Dispõe sobre a educação ambiental, institui a Política Nacional de Educação Ambiental e dá outras providências**. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19795.htm>. Acesso em: 17 ago. 2023.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. Brasília: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/> Acesso em: 21 ago. 2023.

BRITO, A. C. S.; VALLIM, M. A. Confecção de Modelos Didáticos de Microalgas: Uma Proposta de Utilização na Educação Básica. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE, 2014, Niterói. Anais eletrônicos. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2014. Disponível em: <http://www.decb.uerj.br/arquivos/magui_181-748-1-PB.pdf>. Acesso em: 17 ago. 2023.

BRITO, B. W. C. S.; BRITO, L. T. S.; SALES, E. S. Ensino por investigação: uma abordagem didática no ensino de ciências e biologia. **Revista Vivências em ensino de ciências**, São Paulo, Brasil, v. 2, n. 1, p. 54-60, 2018. DOI: <https://doi.org/10.51359/2595-7597.2018.238687> Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/vivencias/article/view/238687/30425>>. Acesso em: 18 jan. 2025

CALLISTO *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MGRJ). *Acta Limnologica Brasiliense*, Sorocaba, v. 14, n. 1, 2002. Disponível em: <<https://actalb.org/article/627b10d8782aad05cb235d75/pdf/alb-14-1-91.pdf>> Acesso em 18 jul. 2024

CARVALHO, A. M. P. O ensino de Ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.). **Ensino de Ciências por Investigação: condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, p. 1-20, 2013.

CLARK, D. P.; PAZDERNIK, N. J.; MCGEHEE, M. R. *Molecular Biology*. Third Edition. Academic Cell, 2019. 1006p.

COSTIN, C. Educar para um futuro mais sustentável e inclusivo. **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 34, n. 100, p. 43–52, 2020. DOI: 10.1590/s0103-4014.2020.34100.004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ea/a/VLC3SCvmSvBbKK3F3YWN5qz/>>. Acesso em: 02 dez. 2024.

DAL PIAN, Luiz Fernando; ALVES, Daniel Durante Pereira. Desafios da divulgação científica em cobertura jornalística de desastre ambiental. **Ciência educ.**, Bauru, v. 19, n. 04, p. 929-946, 2013. Disponível em <http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-73132013000400010&lng=pt&nrm=iso>. Acesso em 30 jan. 2025.

DANTAS, Amanda. Tragédia da Hemodiálise que deixou quase 60 mortos completa 20 anos. **G1 Caruaru e Região**, 4 fev. 2016. Disponível em: <https://g1.globo.com/pe/caruaru-regiao/noticia/2016/02/tragedia-da-hemodialise-que-deixou-quase-60-mortos-completa-20-anos.html>. Acesso em: 30 jan. 2025.

ESTEVES, F. A. *Fundamentos de limnologia*. 3º Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M.; MACEDO, D. R. Vagão 4: Primeira parada: Estação usos e ocupação da terra. In: FRANÇA, J. S. *Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas*. Belo Horizonte: UFMG, 2019. Cap. 8, p. 131. Disponível em: <http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2019/Livro_monitoramento/LivroCompleto.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2023.

GARCIA, A. L. C.; HALMENSCHLAGER, K. R.; BRICK, E. M. Desinteresse escolar: um estudo sobre o tema a partir de teses e dissertações. **Revista Contexto & Educação**, [S. l.], v. 36, n. 114, p. 280–300, 2021. DOI: 10.21527/2179-1309.2021.114.280-300. Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/contextoeducacao/article/view/9783>. Acesso em: 18 jan. 2025.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 118, p. 189–205, 2003. Disponível em: <<https://publicacoes.fcc.org.br/cp/article/view/533>>. Acesso em: 30 jan. 2025.

LIBÂNEO, J. C; OLIVEIRA, J. F.; TOSCHI, M. S. **Educação escolar: políticas, estrutura e organização**. 10º ed. rev. amp São Paulo: Cortez, 2012.

LIMA, D. B.; GARCIA, R. N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de

Biologia no Ensino Médio. **Cadernos do Aplicação**, Porto Alegre, v. 24, n. 1, 2011. DOI: 10.22456/2595-4377.22262. Disponível em: <https://seer.ufrgs.br/index.php/CadernosdoAplicacao/article/view/22262>. Acesso em: 22 jan. 2025.

MARQUES, S. M.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P. Algas como bioindicadores da qualidade da água. **Revista Científica ANAP Brasil**, v. 10, n. 19, 2017. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/321871946_Algas_como_bioindicadores_da_qualidade_da_agua#fullTextFileContent> Acesso em 30 jan. 2025.

MINÉU, H. F. S.; TEIXEIRA, R. A.; COLESANTI, M. M. A educação ambiental no currículo escolar do ensino médio da rede estadual de Minas Gerais. **Ambiente & Educação: Revista de Educação Ambiental**, [S. l.], v. 19, n. 2, p. 18–32, 2014. Disponível em: <https://periodicos.furg.br/ambeduc/article/view/4025>. Acesso em: 14 ago. 2023.

MOURA, A. F.; LIMA, M. G. A Reinvenção da Roda: Roda de Conversa, um instrumento metodológico possível. **Revista Temas em Educação**, [S. l.], v. 23, n. 1, p. 95–103, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/rteo/article/view/18338>. Acesso em: 18 jan. 2025.

NAPOLEÃO, P. C. R.; COSTA, A. G.; ARAÚJO, M. P. M. Importância ambiental, ecológica e econômica das microalgas: uma sequência didática para o ensino médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 275–297, 2022. DOI: 10.34024/revbea.2022.v17.13870. Disponível em: <https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13870>. Acesso em: 15 ago. 2023.

PAULA, M. A. N. R.; CARVALHO, A. P. O gênero textual folder a serviço da educação ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental - REGET**, Santa Maria, [S. l.], v. 18, n. 2, p. 982–989, 2014. DOI: 10.5902/2236117013794. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/reget/article/view/13794>. Acesso em: 24 jan. 2025.

PEGLER, Gabriela Francisco *et al.* O potencial da ciência cidadã para a equidade na gestão do uso público de áreas protegidas. In: Encontro Latinoamericano sobre Áreas Protegidas e Inclusão Social (ELAPIS). São Paulo. Maio 2024. Disponível em: <<https://www.researchgate.net/publication/380317408>>. Acesso em: 10 dez. 2024.

PONTES, Marília Andrade *et al.* Monitoramento de cianobactérias na Lagoa dos Pedalinhos em Ipatinga-MG. Anais X Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas. Instituto Federal do Sul de Minas Gerais – Campus Muzambinho. 2013. Disponível em: <https://www.meioambientepocos.com.br/anais2013/161_MONITORAMENTO%20DE%20CIANOACT%3%89RIAS%20NA%20LAGOA%20D%20S%20PEDALINHOS%20EM%20IPATINGA.pdf> Acesso em 30 jan. 2025.

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. Biologia vegetal. 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014.

SÁ, M. A.; OLIVEIRA, M. A.; NOVAES, A. S. R. A importância da Educação Ambiental para o ensino médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 10, n. 3, p. 60–68, 2015. DOI: 10.34024/revbea.2015.v10.1876. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/1876>>. Acesso em: 25 ago. 2023.

SASSERON, L. H. O ensino de ciências por investigação: pressupostos e práticas. PLC0704 - Fundamentos Teórico- Metodológicos para o Ensino de Ciências: a Sala de Aula. Licenciatura em Ciências – USP/Univesp – Módulo 7. 2014. Disponível em: <https://midia.atp.usp.br/plc/plc0704/impessos/plc0704_12.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. *Revista Ensaio*, v. 17, p. 49–67, 2015. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1983-2117201517s04>>. Acesso em 27 dez. 2024.

SFORNI, M. S. D. F.; GALUCH, M. T. B. Aprendizagem conceitual nas séries iniciais do ensino fundamental. *Educar em revista*, Paraná, Brasil, v. 22, n. 28, p. 217-229, 2006. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/educar/issue/view/557>>. Acesso em 14 jan. 2025

SILVA, C. K. **Um breve histórico da educação ambiental e sua importância na escola.** Anais IV CONEDU. Campina Grande: Realize Editora, 2017. Disponível em: <<http://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/38722>>. Acesso em: 19 jan. 2025.

SILVA, D. R. M.; VIEIRA, N. P.; OLIVEIRA, A. M. O ensino de biologia com aulas práticas de microscopia: uma experiência na rede estadual de Sanclerlândia - GO. Anais do III EDIPE – Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino, Goiás, 2009. Disponível em: <https://cepedgoias.com.br/edipe/IIiedipe/pdfs/2_trabalhos/gt04_fisica_quimica_biologia_ciencias/trab_gt04_o_ensino_de_biologia_com_aulas_praticas.pdf>. Acesso em 23 jan. 2025

SILVA, J. M.; LINS, A. E. Letramento científico no ensino de Biologia e Ciências: percepção de professores da rede pública de ensino. *Diversitas Journal*, [S. l.], v. 6, n. 3, p. 3535–3552, 2021. DOI: 10.48017/Diversitas_Journal-v6i3-1877. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/1877. Acesso em: 05 dez. 2024.

SIQUEIRA, T. S.; CAVALCANTE, F. A. L.; DIAS, M. A. S. O ensino de parasitologia e a produção de cartilhas como meio de prevenção de zoonoses. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO A DOCÊNCIA DA UEPB, 2013, Campina Grande. Anais III ENID / UEPB Campina Grande, PB: Realize Editora, 2013. Disponível em <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/4859>>. Acesso em: 23 jan. 2025.

SWAILS, Brent; RAHIM, Zamira. Morte de centenas de elefantes na Botsuana foi por toxinas na água, diz governo. *CNN Brasil*, 21 set. 2020. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/morte-de-centenas-de-elefantes-na-botsuana-foi-por-toxinas-na-agua-diz-governo/>. Acesso em: 30 jan. 2025.

TUNDISI, J. G. *Limnologia* / José Galizia Tundisi, Takako Matsumura. Tundisi. -- São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

URSI, Suzana *et al.* Ensino de Botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. *Estudos Avançados*, São Paulo, Brasil, v. 32, n. 94, p. 7–24, 2018. DOI: 10.1590/s0103-40142018.3294.0002. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/eav/article/view/152648>>. Acesso em: 30 jan. 2025.

VIDOTTI, E. C.; ROLLEMBERG, M. C. Algas: da economia nos ambientes aquáticos à biorremediação e à química analítica, **Química Nova**, v. 27, n.1, p. 139-145, 2004. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/qn/a/C6WB9gmTy5SkDfyBcLL5STt/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em 10 ago. 2023.

VIEIRA, W. B. Letramento Científico e Ciência Cidadã: Uma reflexão sobre o papel da escola. **PROJEÇÃO E DOCÊNCIA**, [S. l.], v. 14, n. 2, p. 61–74, 2023. Disponível em: <https://projecaociencia.com.br/index.php/Projecao3/article/view/2380>. Acesso em: 12 dez. 2024.

VIVEIRO, A. A.; DINIZ, R. E. S. As atividades de campo no ensino de ciências: reflexões a partir das perspectivas de um grupo de professores. In: NARDI, R. (Org.). **Ensino de ciências e matemática I: temas sobre a formação de professores**. São Paulo: Editora UNESP, p.27-42, 2009. Disponível em: < <https://books.scielo.org/id/g5q2h/pdf/nardi-9788579830044-03.pdf>> Acesso em 21 jan. 2025

WETZEL, R. G. 1983. Opening remarks. In: Wetzel, R. G. (Ed.). *Periphyton of freshwater ecosystems*. The Hague, Dr. W. Junk, (Developments in Hidrobiologia, 17).

APÊNDICE A
QUESTIONÁRIO PARA LEVANTAMENTO DE CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE
ALGAS E CIANOBATÉRIAS



Escola Estadual Alzira Ayres Pereira
Rua Felício Alves, nº 575, Sol Nascente - Catas Altas/MG
Tel: (31) 3832-7130 E-mail: escola.10545@educacao.mg.gov.br



3º ANO 1 – DISCIPLINA: BIOLOGIA – PROFESSORA.: LUCIANA GANDRA – DATA: ____/____/2024

CONHECIMENTOS PRÉVIOS ACERCA DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS

1) Você sabe o que são algas?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

2) Você sabe o que são cianobactérias?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

3) Você sabe descrever o papel das algas e das cianobactérias no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos?

() Sim () Não () Não sei

4) Você tem conhecimento de que algas e cianobactérias são responsáveis pela produção da maior parte do oxigênio do planeta?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

5) As atividades humanas, como o despejo de esgoto, podem afetar a quantidade de algas e cianobactérias nos ecossistemas aquáticos?

() Sim () Não () Não sei

6) Você sabe o que é eutrofização e como esse processo afeta a saúde dos ecossistemas aquáticos?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

7) Você sabe o que provoca o fenômeno conhecido como maré vermelha e quais são os seus impactos ambientais?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

8) Você sabia que algas e cianobactérias são bioindicadores de qualidade de água?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

9) A conscientização sobre a importância das algas e cianobactérias pode contribuir para a conservação dos recursos hídricos?

() Sim () Não () Não sei

10) Escreva o que você sabe sobre a importância das algas e das cianobactérias.

APÊNDICE B
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE ESCLARECIDO (TCLE)

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TCLE
MAIORES DE 18 ANOS

Caro(a) estudante,

O presente termo possui quatro páginas numeradas de 1 a 4 e que devem ser rubricadas ou assinadas, quando assim for necessário (assinatura são requeridas somente na página 3).

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “EXPLORANDO O IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ, EM CATAS ALTAS, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO”, sob responsabilidade da docente LUCIANA DA SILVA GANDRA, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que ministra a disciplina de Biologia na escola onde você estuda.

A direção da sua escola foi informada desta pesquisa e já deu a devida concordância para que ela seja realizada.

O objetivo dessa pesquisa é a aplicação de uma proposta de metodologia ativa para avaliar a eficiência na relação ensino-aprendizagem dos alunos visando aprofundar o entendimento sobre a diversidade, interações e a importância das algas e cianobactérias. Além disso, fazer com que o aluno consiga conectar aspectos debatidos em outros tópicos com as informações trabalhadas no desenvolvimento da sequência didática, como o papel destes microrganismos na produção de oxigênio e de matéria orgânica, por exemplo, além de sua relevância como indicadoras de qualidade ambiental. Tal proposta busca fomentar uma conscientização ambiental abrangente e fundamentar a formação de cidadãos engajados na preservação dos ecossistemas aquáticos. A metodologia empregada nesta pesquisa estimula o protagonismo do estudante na busca do conhecimento.

A metodologia consiste na aplicação de uma sequência didática a uma turma do 3º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Alzira Ayres Pereira, Catas Altas, Minas Gerais, envolvendo atividades em sala de aula e externas, como visita à Cachoeira do Maquiné e ao rio Maquiné para coleta de amostras de perifiton. As atividades incluem aplicação de questionário, roda de conversa, coleta de amostras em locais distintos, observação das amostras em microscópios ópticos, produção de materiais informativos e modelos didáticos, e elaboração de relatórios. Essas atividades visam explorar e compreender a diversidade de algas e cianobactérias ao longo de seis aulas de 50 minutos, incluindo atividades extraclasse.

A participação do(a) estudante é voluntária e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou discriminação por parte do pesquisador. Ela não envolve nenhum tipo de remuneração ou ônus financeiro ao participante. Caso você não desejar participar da pesquisa, terá como atividade

Espaço para rubrica

substitutiva um trabalho escolar com a mesma temática, focada na pesquisa bibliográfica do livro didático adotado na escola, desenvolvida na biblioteca ou na sala de informática da própria escola durante o horário da pesquisa.

Tanto na atividade da pesquisa, quanto na atividade alternativa, os estudantes não serão avaliados em termos quantitativos e, portanto, não serão utilizados para fins de aprovação.

Durante a aplicação da sequência didática, o professor pesquisador poderá fazer anotações em diário de bordo, fotografar, gravar e/ou filmar todas as atividades desenvolvidas, seja em ambiente remoto (caso a covid-19 restringir o modo presencial) ou presencial. Esta coleta de dados é essencial para a avaliação da metodologia utilizada para esta pesquisa, que não é algo novo, estão dentro de propostas pedagógicas divulgadas nos últimos 40 anos. Ao final deste termo, você pode assinalar se autoriza que o material registrado e/ou produzido durante a aplicação da pesquisa possa ser utilizado para fins acadêmicos sem divulgação da identificação e/ou imagens do participante.

É importante ressaltar que, para qualquer material de divulgação, um Termo de Uso de Imagens poderá ser oferecido para preenchimento. Os nomes dos participantes desta pesquisa não serão divulgados e fotos e vídeos terão os rostos borrados para inviabilizar identificação facial, atendendo as Resoluções Nº 466/12 e 510/2016, ambas do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão salvaguardados pelo período de 05 anos pelo pesquisador responsável pelo projeto no seu local de trabalho, conforme dados de contato fornecidos ao final deste termo.

Os riscos associados à pesquisa são semelhantes aos inerentes a qualquer atividade escolar, incluindo a possibilidade de os estudantes se sentirem desconfortáveis ou constrangidos durante alguma atividade. Os alunos têm o direito de optar por não participar de qualquer parte da sequência didática em que não se sintam à vontade, sem sofrer penalidades. Para minimizar esses riscos, os questionários serão anônimos e sem notas, e as atividades em grupo contarão com o apoio total da Professora de Biologia para esclarecer dúvidas. O monitoramento do trabalho será conduzido de forma ética, discutido previamente com alunos e responsáveis, com atualizações contínuas sobre o desenvolvimento do projeto. Além disso, a professora abordará o tema do bullying e suas consequências, monitorando atentamente as interações dos alunos para prevenir e educar aqueles que apresentarem comportamento inadequado. Durante atividades externas, uma equipe estará presente para oferecer suporte imediato em casos de emergência, garantindo segurança e assistência adequada.

Acredita-se que o estudante participante desta pesquisa poderá sentir seus benefícios, na medida em que é estimulado a buscar e construir o conhecimento por ele mesmo – protagonismo –, fazendo uma autorreflexão das suas potencialidades percebendo que pode ser um agente da construção do saber, e não apenas um elemento que recebe informações prontas, proporcionando um aumento da

sua autoconfiança. Além disso, poderá colaborar para que novas estratégias didáticas possam ser criadas e implantadas para melhoria da qualidade da educação pública.

Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, terá direito à busca por indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa, conforme a resolução CNS 466/12.

Este termo contém duas vias, as quais o estudante assinará e ficará com uma delas, sendo a outra destinada ao docente pesquisador.

Eu, _____ portador do CPF _____, nascido(a) em ___/___/_____, residente no endereço _____ na cidade de _____, Estado _____, podendo ser contatado pelo telefone () _____ fui informado(a) dos objetivos do estudo “EXPLORANDO O IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ, EM CATAS ALTAS, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Assim, declaro o meu desejo de participar neste projeto e:

() **AUTORIZO** os registros de imagem e/ou voz durante a realização da pesquisa sem sua divulgação para fins acadêmicos em caso de não identificação e não publicação da imagem, a não ser por minha autorização expressa em um Termo de Uso de Imagens.

() **NÃO AUTORIZO** registros de imagens e/ou voz durante a realização desta pesquisa.

Declaro que recebi uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Assinatura do estudante maior de 18 anos

Assinatura do pesquisador

_____, _____ de _____ de 2024

Espaço para rubrica

Contato do pesquisador responsável (é o orientador desta pesquisa) para esclarecimentos sobre dúvidas gerais relativas à pesquisa:

Nome: Cleber Cunha Figueredo

E-mail: cleberfigueredo@ufmg.br Tel: (31) 3409-3030

Endereço: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Campus UFMG Pampulha – Belo Horizonte (MG) – CEP 31270-901

Contato do mestrando pesquisador (é o professor responsável pela aplicação em sala de aula) para esclarecimentos sobre as atividades desenvolvidas pela Professora:

Nome: Luciana da Silva Gandra

E-mail: lucianagandra@ufmg.br Tel (31) 99673-6074

Endereço Institucional: EE Alzira Ayres Pereira – Rua Felício Alves, 575, Bairro Sol Nascente, Catas Altas, MG, CEP 35.969-000

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CEP/UFMG) para esclarecimentos quanto a dúvidas relacionadas a questões éticas: Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 Telefone: (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br.

Espaço para rubrica

APÊNDICE C
TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE
MENORES DE 18 ANOS

Caro(a) estudante,

O presente termo possui quatro páginas numeradas de 1 a 4 e que devem ser rubricadas ou assinadas, quando assim for necessário (assinatura são requeridas somente na página 3).

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “EXPLORANDO O IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ, EM CATAS ALTAS, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE ALGAS E CIANOBACTÉRIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO MÉDIO”, sob responsabilidade da docente LUCIANA DA SILVA GANDRA, mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), que ministra a disciplina de Biologia na escola onde você estuda.

A direção da sua escola foi informada desta pesquisa e já deu a devida concordância para que ela seja realizada.

O objetivo dessa pesquisa é a aplicação de uma proposta de metodologia ativa para avaliar a eficiência na relação ensino-aprendizagem dos alunos visando aprofundar o entendimento sobre a diversidade, interações e a importância das algas e cianobactérias. Além disso, fazer com que o aluno consiga conectar aspectos debatidos em outros tópicos com as informações trabalhadas no desenvolvimento da sequência didática, como o papel destes microrganismos na produção de oxigênio e de matéria orgânica, por exemplo, além de sua relevância como indicadores de qualidade ambiental. Tal proposta busca fomentar uma conscientização ambiental abrangente e fundamentar a formação de cidadãos engajados na preservação dos ecossistemas aquáticos. A metodologia empregada nesta pesquisa estimula o protagonismo do estudante na busca do conhecimento.

A metodologia consiste na aplicação de uma sequência didática a uma turma do 3º ano do Ensino Médio na Escola Estadual Alzira Ayres Pereira, Catas Altas, Minas Gerais, envolvendo atividades em sala de aula e externas, como visita à Cachoeira do Maquiné e ao rio Maquiné para coleta de amostras de perifiton. As atividades incluem aplicação de questionário, roda de conversa, coleta de amostras em locais distintos, observação das amostras em microscópios ópticos, produção de materiais informativos e modelos didáticos, e elaboração de relatórios. Essas atividades visam explorar e compreender a diversidade de algas e cianobactérias ao longo de seis aulas de 50 minutos, incluindo atividades extraclasse.

A participação do(a) estudante é voluntária e a recusa não acarretará qualquer penalidade ou discriminação por parte do pesquisador. Ela não envolve nenhum tipo de remuneração ou ônus financeiro ao participante. Caso você não desejar participar da pesquisa, terá como atividade

substitutiva um trabalho escolar com a mesma temática, focada na pesquisa bibliográfica do livro didático adotado na escola, desenvolvida na biblioteca ou na sala de informática da própria escola durante o horário da pesquisa.

Tanto na atividade da pesquisa, quanto na atividade alternativa, os estudantes não serão avaliados em termos quantitativos e, portanto, não serão utilizados para fins de aprovação.

Durante a aplicação da sequência didática, a professora pesquisadora poderá fazer anotações em diário de bordo, fotografar, gravar e/ou filmar todas as atividades desenvolvidas. Esta coleta de dados é essencial para a avaliação da metodologia utilizada para esta pesquisa, que não é algo novo, estão dentro de propostas pedagógicas divulgadas nos últimos 40 anos. Ao final deste termo, você pode assinalar se autoriza que o material registrado e/ou produzido durante a aplicação da pesquisa possa ser utilizado para fins acadêmicos sem divulgação da identificação e/ou imagens do participante.

É importante ressaltar que, para qualquer material de divulgação, um Termo de Uso de Imagens poderá ser oferecido para preenchimento. Os nomes dos participantes desta pesquisa não serão divulgados e fotos e vídeos terão os rostos borrados para inviabilizar identificação facial, atendendo as Resoluções Nº 466/12 e 510/2016, ambas do Conselho Nacional de Ética em Pesquisa. Os dados coletados nesta pesquisa ficarão salvaguardados pelo período de 05 anos pelo pesquisador responsável pelo projeto no seu local de trabalho, conforme dados de contato fornecidos ao final deste termo.

Os riscos associados à pesquisa são semelhantes aos inerentes a qualquer atividade escolar, incluindo a possibilidade de os estudantes se sentirem desconfortáveis ou constrangidos durante alguma atividade. Os alunos têm o direito de optar por não participar de qualquer parte da sequência didática em que não se sintam à vontade, sem sofrer penalidades. Para minimizar esses riscos, os questionários serão anônimos e sem notas, e as atividades em grupo contarão com o apoio total da Professora de Biologia para esclarecer dúvidas. O monitoramento do trabalho será conduzido de forma ética, discutido previamente com alunos e responsáveis, com atualizações contínuas sobre o desenvolvimento do projeto. Além disso, a professora abordará o tema do bullying e suas consequências, monitorando atentamente as interações dos alunos para prevenir e educar aqueles que apresentarem comportamento inadequado. Durante atividades externas, uma equipe estará presente para oferecer suporte imediato em casos de emergência, garantindo segurança e assistência adequada.

Acredita-se que o estudante participante desta pesquisa poderá sentir seus benefícios, na medida em que é estimulado a buscar e construir o conhecimento por ele mesmo – protagonismo –, fazendo uma autorreflexão das suas potencialidades percebendo que pode ser um agente da construção do saber, e não apenas um elemento que recebe informações prontas, proporcionando um aumento da sua autoconfiança. Além disso, poderá colaborar para que novas estratégias didáticas possam ser criadas e implantadas para melhoria da qualidade da educação pública.

Espaço para rubrica

Os participantes da pesquisa que vierem a sofrer qualquer tipo de dano resultante de sua participação na pesquisa, previsto ou não no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, terá direito à busca por indenização, por parte do pesquisador, do patrocinador e das instituições envolvidas nas diferentes fases da pesquisa, conforme a resolução CNS 466/12.

Este termo contém duas vias, as quais o estudante assinará e ficará com uma delas, sendo a outra destinada ao docente pesquisador.

Eu, _____ portador do CPF _____,

nascido(a) em ___/___/_____, residente no endereço _____

na cidade de _____, Estado _____, podendo ser contatado pelo telefone

() _____ fui informado(a) dos objetivos do estudo “EXPLORANDO O IMPACTO

AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ, EM CATAS ALTAS, POR MEIO DA AVALIAÇÃO DE

ALGAS E CIANOBACTÉRIAS: UMA ABORDAGEM INVESTIGATIVA PARA O ENSINO

MÉDIO”, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Entendo também que minha

participação depende de autorização concedida pelo meu responsável legal. Assim, declaro o meu

desejo de participar neste projeto e:

() **AUTORIZO** os registros de imagem e/ou voz durante a realização da pesquisa sem sua

divulgação para fins acadêmicos em caso de não identificação e não publicação da imagem, a não ser

por minha autorização expressa em um Termo de Uso de Imagens.

() **NÃO AUTORIZO** registros de imagens e/ou voz durante a realização desta pesquisa.

Declaro que recebi uma via deste Termo de Assentimento Livre e Esclarecido.

Assinatura do estudante menor de 18 anos

Assinatura do pesquisador

_____, _____ de _____ de 2024

Espaço para rubrica

Contato do pesquisador responsável (é o orientador desta pesquisa) para esclarecimentos sobre dúvidas gerais relativas à pesquisa:

Nome: Cleber Cunha Figueredo

E-mail: cleberfigueredo@ufmg.br Tel: (31) 3409-3030

Endereço: Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (ICB/UFMG), Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 – Campus UFMG Pampulha – Belo Horizonte (MG) – CEP 31270-901

Contato do mestrando pesquisador (é o professor responsável pela aplicação em sala de aula) para esclarecimentos sobre as atividades desenvolvidas pela Professora:

Nome: Luciana da Silva Gandra

E-mail: lucianagandra@ufmg.br Tel (31) 99673-6074

Endereço Institucional: EE Alzira Ayres Pereira – Rua Felício Alves, 575, Bairro Sol Nascente, Catas Altas, MG, CEP 35.969-000

Comitê de Ética em Pesquisa da UFMG (CEP/UFMG) para esclarecimentos quanto a dúvidas relacionadas a questões éticas: Av. Antônio Carlos, 6627, Pampulha - Belo Horizonte - MG - CEP 31270-901 Unidade Administrativa II - 2º Andar - Sala: 2005 Telefone: (031) 3409-4592 - E-mail: coep@prpq.ufmg.br.

Espaço para rubrica

APÊNDICE D

SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE
IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS): uma abordagem
investigativa para a educação ambiental no ensino médio



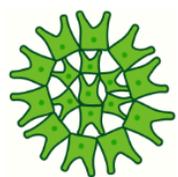
PRODUTO EDUCACIONAL

SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

**ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE
IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS):
uma abordagem investigativa para a educação ambiental no
ensino médio**

Mestranda: Luciana da Silva Gandra

Orientador: Cleber Cunha Figueredo





O PRESENTE TRABALHO FOI REALIZADO COM APOIO DA
COORDENAÇÃO DE APERFEIÇOAMENTO DE PESSOAL DE NÍVEL
SUPERIOR - BRASIL (CAPES) - CÓDIGO DE FINANCIAMENTO 001.





SEQUÊNCIA DIDÁTICA – ALGAS E CIANOBACTÉRIAS COMO INDICADORAS DE IMPACTO AMBIENTAL NO RIO MAQUINÉ (CATAS ALTAS): uma abordagem investigativa para a educação ambiental no ensino médio

AUTORES: Luciana da Silva Gandra e Cleber Cunha Figueredo

PÚBLICO-ALVO: Estudantes do Ensino Médio.

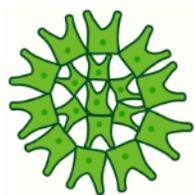
NÚMERO DE AULAS: 6

COMPONENTE CURRICULAR: Biologia

LOCAIS DE REALIZAÇÃO DAS ATIVIDADES: Sala de aula, laboratório de ciências da escola, atividades extraclasse e saída de campo.

PALAVRAS-CHAVE: algas; cianobactérias; educação ambiental; sequência didática.

TEMAS: Ensino de Biologia; Algas e Cianobactérias; Impacto Ambiental em Corpos Hídricos; Educação Ambiental; Ensino por Investigação.





APRESENTAÇÃO

Embora estejam amplamente presentes no ambiente e em proximidade com os seres humanos, as algas frequentemente passam despercebidas, talvez devido à falta de familiaridade com o assunto ou à ausência de abordagens adequadas nas aulas de ciências e/ou biologia (NAPOLEÃO; COSTA; ARAÚJO, 2022). Na educação básica, as microalgas são, comumente, abordadas apenas como exemplos de organismos pertencentes ao Reino Protocista e como organismos produtores nas cadeias alimentares aquáticas (BRITO; VALLIM, 2014). Já as cianobactérias são apenas citadas como microrganismos procariontes que realizam fotossíntese.

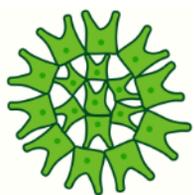
No contexto da educação ambiental, o estudo das algas e cianobactérias pode ser centrado na compreensão de fenômenos como a eutrofização e a maré vermelha, destacando a relevância da conservação dos corpos hídricos e o equilíbrio dos ecossistemas aquáticos. Além de sua contribuição vital para a produção de oxigênio, essencial para a vida, esses organismos são indicadores importantes da saúde ambiental. Compreender o papel das algas e cianobactérias é fundamental para promover a conscientização sobre conservação ambiental.





A atividade proposta tem como público alvo os estudantes do Ensino Médio e a duração prevista é de 6 aulas de 50 minutos. Para o ensino desse conteúdo, estão previstas, de acordo com a BNCC, as seguintes competências e habilidades:

- **Competência geral da Educação Básica:** “Exercitar a curiosidade intelectual e recorrer à abordagem própria das ciências, incluindo a investigação, a reflexão, a análise crítica, a imaginação e a criatividade, para investigar causas, elaborar e testar hipóteses, formular e resolver problemas e criar soluções (inclusive tecnológicas) com base nos conhecimentos das diferentes áreas” (p. 9).
- **Competência específica das Ciências da Natureza:** “Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis” (p. 539).
- **Habilidades:** *(EM13CNT202)* “Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas” (p. 543). *(EM13CNT203)* “Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia” (p. 543).





OBJETIVOS DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA:

1– Estimular a participação ativa dos estudantes na coleta, análise e interpretação de dados, promovendo seu engajamento e autonomia no processo de aprendizagem.

2– Investigar a composição das comunidades de microrganismos fotossintetizantes presentes nas amostras, comparando trechos do rio sujeitos a diferentes graus de impacto ambiental.

3– Detectar e debater aspectos das correlações da diversidade de algas e cianobactérias com o estado de preservação nos trechos estudados, buscando compreender como as atividades antrópicas podem afetar a composição dessas comunidades.

4– Desenvolver atividades práticas que envolvam a observação, análise e discussão dos resultados obtidos, visando sensibilizar os alunos sobre a importância da preservação dos ecossistemas aquáticos e do papel fundamental das algas e cianobactérias em seu funcionamento.

DESENVOLVIMENTO:

Antes de iniciar a aplicação da sequência didática, o professor deve verificar a viabilidade de uma aula de campo em um corpo hídrico localizado próximo à escola, selecionando dois trechos com diferentes graus de impacto ambiental. O local deve ser acessível e não oferecer riscos à integridade física dos estudantes e funcionários que irão acompanhá-los durante a saída de campo. Caso não seja viável levar os estudantes à campo, o professor poderá filmar e fotografar os trechos do rio, realizar a coleta e levar as amostras para que seus alunos realizem as demais etapas da sequência didática.





Esta sequência didática foi organizada para ser aplicada em seis aulas com duração de 50 minutos cada, conforme detalhado no quadro 1:

Quadro 1: Síntese das atividades realizadas durante a aplicação da Sequência Didática.

ETAPA	ATIVIDADE	BREVE DESCRIÇÃO
AULA 1	Atividade 1 (sala de aula)	Aplicação de um questionário para avaliar os conhecimentos prévios dos estudantes acerca de algas e cianobactérias, seguida de comentários do professor sobre algumas das respostas apresentadas.
	Atividade 2 (extraclasse)	Pesquisa na internet sobre a diversidade de algas e cianobactérias, suas características, relevância econômica, além da relação com a produção de oxigênio, fenômenos de eutrofização e ocorrências de maré vermelha.
AULA 2	Atividade 3 (sala de aula)	Roda de conversa sobre pontos interessantes observados na pesquisa, com intervenções da professora. Divisão dos estudantes em dois grupos e orientações sobre a coleta de amostras de perifíton. Formulação de perguntas e hipóteses sobre o perifíton de duas regiões do corpo hídrico selecionado para a realização da atividade.
	Atividade 4 (extraclasse)	Coleta de amostras de perifíton / Caracterização dos pontos de amostragem (aplicação do “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas” (França, 2019) que é uma adaptação do protocolo de Callisto <i>et al.</i> (2002).
AULAS 3 E 4	Atividade 5 (laboratório de ciências da escola)	Remoção do perifíton presente nas rochas coletadas. Observação ao microscópio óptico. Fotografia da ocular do microscópio evidenciando as estruturas de algas e cianobactérias. Comparações entre as amostras.
AULA 5	Atividade 6 (sala de aula)	Roda de conversa para verificação e discussão das hipóteses sobre diferenças entre os pontos de amostragem.
	Atividades 7 e 8 (extraclasse)	Cada grupo produzirá um folder educativo sobre algas e cianobactérias, além de confeccionar modelos didáticos dos organismos observados ao microscópio, utilizando porcelana fria (biscuit).
	Atividade 9 (extraclasse)	Para finalizar a sequência didática, os estudantes deverão elaborar um relatório sobre os aspectos positivos e negativos das atividades realizadas.
AULA 6	Atividade 10 (sala de aula)	Reaplicação do questionário de avaliação dos conhecimentos prévios. Considerações finais da professora após análise qualitativa dos relatórios elaborados pelos alunos.



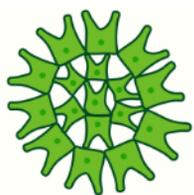


As aulas foram planejadas para abordar o conteúdo de maneira progressiva, proporcionando aos estudantes uma aprendizagem contínua e integrada. Ao aplicar a sequência didática, o professor pode incluir, excluir ou fazer ajustes nas atividades conforme as necessidades da turma. Cabe ao professor orientar os estudantes durante a realização das atividades, incentivando-os a participarem ativamente em cada etapa da sequência.

DESCRIÇÃO DAS AULAS

AULA 1:

ATIVIDADE 1: A sequência didática inicia-se com a aplicação do questionário apresentado no quadro 2, elaborado para avaliar a percepção dos estudantes sobre seus conhecimentos prévios acerca das algas e cianobactérias.





**QUESTIONÁRIO: CONHECIMENTOS PRÉVIOS SOBRE ALGAS E
CIANOBACTÉRIAS**

1) Você sabe o que são algas?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

2) Você sabe o que são cianobactérias?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

3) Você sabe descrever o papel das algas e cianobactérias no equilíbrio dos ecossistemas aquáticos?

() Sim () Não

4) Você tem conhecimento de que algas e cianobactérias são responsáveis pela produção da maior parte do oxigênio do planeta?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

5) As atividades humanas, como o despejo de esgoto, podem afetar a quantidade de algas e cianobactérias nos ecossistemas aquáticos?

() Sim () Não () Não sei

6) Você sabe o que é eutrofização e como esse processo afeta a saúde dos ecossistemas aquáticos?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

7) Você sabe o que provoca o fenômeno conhecido como maré vermelha e quais são os seus impactos ambientais?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

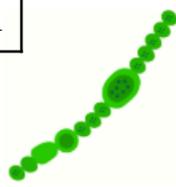
8) Você sabia que algas e cianobactérias são bioindicadores de qualidade de água?

() Sim () Não () Já ouvi falar sobre isso, mas não me recordo dos detalhes.

9) A conscientização sobre a importância das algas e cianobactérias pode contribuir para a conservação dos recursos hídricos?

() Sim () Não () Não sei

10) Escreva o que você sabe sobre a importância das algas e das cianobactérias.





Após a aplicação do questionário, o professor deve utilizar o tempo de aula que restar para uma aula expositiva sobre o tema ou para fazer comentários sobre as perguntas do questionário, promovendo um ambiente de debate e troca de informações. Essa estratégia não só incentivará a participação ativa dos estudantes, como também possibilitará ao professor ajustar o desenvolvimento do conteúdo conforme as necessidades e o nível de compreensão da turma.

OBJETIVO: Diagnosticar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre algas e cianobactérias, promovendo a reflexão e o envolvimento inicial com o tema.

ATIVIDADE 2: EXTRACLASSE: Ao final da primeira aula, os estudantes serão orientados a realizarem, em casa, uma pesquisa na internet sobre a diversidade de algas e cianobactérias, explorando suas características, habitats, importância econômica e relação com a produção de oxigênio, além de sua relação com fenômenos de eutrofização e ocorrências de maré vermelha.

OBJETIVO: Ampliar o conhecimento dos estudantes sobre algas e cianobactérias, incentivando a pesquisa autônoma e preparando-os para discussões mais aprofundadas em sala de aula.





AULA 2

ATIVIDADE 3: Em formato de roda de conversa, os estudantes serão instigados a falarem sobre pontos interessantes observados em suas pesquisas. O professor deve fazer as intervenções necessárias a respeito das informações pesquisadas pelos estudantes. Posteriormente, os estudantes devem ser selecionados aleatoriamente para formarem dois ou mais conjuntos distintos, a critério do professor e de acordo com o número de estudantes que compõem a turma.

Os estudantes devem ser orientados sobre o método para coletar amostras de perifiton. O perifiton é classificado como um biofilme cuja espessura pode variar, crescendo na superfície de rochas, vegetação e outros substratos submersos em corpos d'água, tais como rios, lagos, lagoas, riachos, córregos e áreas alagadas, entre outros (ESTEVEES, 2011).

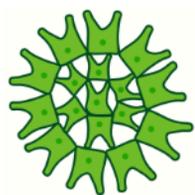
Em seguida, os estudantes deverão formular perguntas e hipóteses sobre o que esperam encontrar no perifiton de regiões distintas do corpo hídrico onde será realizada a coleta das amostras. Caso não conheçam os pontos de amostragem, o professor poderá apresentar imagens de cada local, permitindo que os alunos tenham algum conhecimento prévio sobre as áreas que irão visitar.

OBJETIVO: Promover a troca de conhecimentos e estimular a curiosidade dos estudantes.





ATIVIDADE 4: SAÍDA DE CAMPO – Os estudantes visitarão dois locais previamente definidos pelo professor para realizarem a aplicação do “Protocolo Simplificado de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas” (França, 2019) que é uma adaptação do protocolo de Callisto *et al.* (2002). O protocolo consiste em uma série de 10 questões objetivas, cada uma contendo três opções de resposta, com pontuações de 0, 5 e 10 atribuídas de acordo com o nível de degradação ambiental identificado. Os critérios avaliados são de fácil compreensão e medição, facilitando a análise da qualidade ambiental do local estudado. A pontuação total obtida ao final da aplicação permite classificar o ecossistema aquático em três níveis: mínima perturbação (quando atinge mais de 68 pontos), moderada perturbação (entre 40 e 68 pontos) e alta perturbação (quando alcança menos de 40 pontos). O protocolo simplificado está representado na figura 1:





PROTOCOLO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA DA SAÚDE DE RIOS E LAGOAS			
Descrição do Ecossistema Aquático			
Nome (s) Pesquisador (es):			
Questões	Respostas		
1. O que existe em maior quantidade em torno do local?	(a) Vegetação natural	(b) Plantações, pastagens, monocultura	(c) Casas, lojas, indústrias
2. Existe assoreamento	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
3. Existe lixo na (s) margem (s)?	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
4. A água apresenta odor?	(a) Não	(b) Odor fraco	(c) Odor forte
5. Existe esgoto? (observar presença de canos de despejo de esgoto no local)	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
6. Como é a transparência da água?	(a) A água é clara	(b) A água é um pouco escura	(c) A água é muito escura
7. Como é composto o leito do rio (maior parte)?	(a) Pedras e cascalhos	(b) Lama e areia	(c) Cimento
8. Como é a mata ciliar?	(a) Existem muitas árvores	(b) Existem poucas árvores	(c) Quase não existem árvores
9. Existe erosão nas margens?	(a) Não	(b) Pouco	(c) Muito
10. Qual a diversidade de habitats para organismos aquáticos	(a) Muito diverso	(b) Mais ou menos diverso	(c) Pouca diversidade (apenas 1 ou 2 tipos diferentes de habitats, ou seja, cascalho, areia, madeira)
Cálculo			
Letra marcada	Valor	Número de letras	Total de Pontos
(a)	10 pontos		
(b)	5 pontos		
(c)	0 pontos		
Pontuação Total			
Interpretação da Pontuação: Maior que 68 pontos: MÍNIMA PERTURBAÇÃO 40 a 68 pontos: MODERADA PERTURBAÇÃO Menor que 40 pontos: ALTA PERTURBAÇÃO			

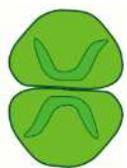
Figura 1: Protocolo de Avaliação Rápida da Saúde de Rios e Lagoas. Fonte: França, 2019, p. 181)





Durante a aplicação do protocolo os estudantes devem fotografar e anotar as informações que considerarem relevantes sobre os pontos de amostragem. Em seguida, devem realizar a coleta de amostras de perifíton. As rochas devem ser coletadas com uma distância superior a 1 metro entre elas, localizadas junto às margens e completamente submersas na água, com o intuito de viabilizar a colonização completa de sua superfície pelo perifíton. Serão coletadas rochas de tamanhos semelhantes e a cerca de dez centímetros de profundidade. As rochas serão colocadas em sacos plásticos etiquetados e armazenadas em uma caixa térmica que será levada ao laboratório de ciências da escola, onde serão submetidas ao processo de remoção do perifíton utilizando-se uma escova de dentes de cerdas macias e 200 mL de água filtrada. Após esse procedimento, as amostras serão transferidas para potes de plástico e fixadas com solução de lugol acético. A fixação das amostras permite preservar a integridade morfológica das células evitando a autólise e a decomposição. Essas amostras serão analisadas em microscópio óptico para observação de algas e cianobactérias que compõem a comunidade perifítica.

OBJETIVO: Promover a compreensão sobre a qualidade ambiental de ecossistemas aquáticos, incentivando a observação, análise e registro de informações de forma investigativa, além de promover a interação dos estudantes entre si e com o professor. Ao realizar a coleta de amostras de perifíton e aplicar o protocolo de avaliação ambiental, os estudantes desenvolvem habilidades de coleta de dados, interpretação de resultados e classificação de corpos hídricos de acordo com seu nível de degradação. Essa abordagem busca sensibilizar os alunos para a importância da conservação dos ambientes aquáticos e estimular a reflexão sobre os impactos ambientais.





AULAS 3 E 4:

ATIVIDADE 5: Utilizar os microscópios ópticos disponíveis na escola para a observação das algas e cianobactérias presentes nas amostras de perifíton coletadas na atividade 4. Os estudantes deverão utilizar seus *smartphones* para fotografarem os morfotipos de algas e cianobactérias observados. Espera-se que percebam diferenças entre os organismos presentes nas amostras coletadas nos dois pontos de amostragem e que consigam estabelecer relações entre os tipos de organismos observados e as características dos locais de coleta.

OBJETIVOS: Estimular a observação das algas e cianobactérias presentes nas amostras de perifíton coletadas, destacando a diversidade de formas e estruturas desses microrganismos, além de ampliar a compreensão sobre a presença e importância da vida microscópica em corpos hídricos, sem a necessidade de realizar uma análise quantitativa ou identificação taxonômica.

AULA 5:

ATIVIDADE 6: Roda de conversa para verificação e discussão das hipóteses sobre diferenças entre os pontos de amostragem.

OBJETIVO: Estimular o pensamento crítico e a troca de conhecimentos.



ATIVIDADE 7: Cada grupo deverá produzir modelos didáticos tridimensionais de microalgas e cianobactérias feitos com porcelana fria (massa de *biscuit*). Os modelos devem representar exemplares dos organismos observados nas amostras coletadas, evidenciando suas características morfológicas. Os estudantes podem utilizar a ferramenta Google Imagens como apoio na identificação de algas e cianobactérias. Esses modelos funcionarão como recursos palpáveis que visam simplificar a visualização e a compreensão sobre a diversidade de algas e cianobactérias. A figura 2, a seguir, mostra um exemplo de modelo didático feito com biscuit.

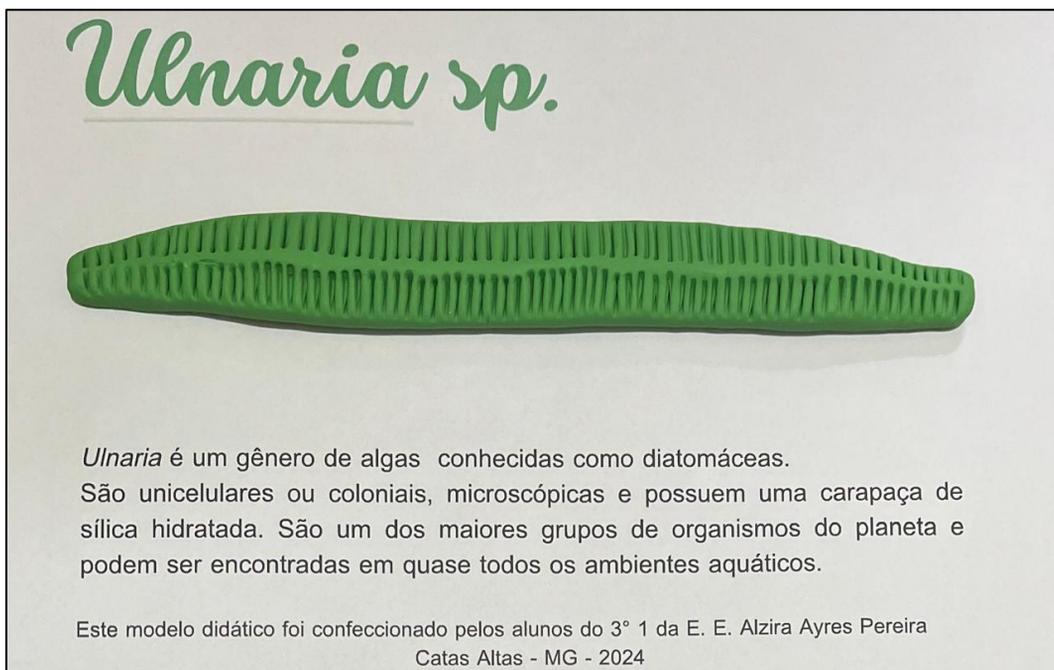


Figura 2: Modelo didático de microalga do gênero *Ulnaria* confeccionado por estudantes.

OBJETIVO: Estimular a criatividade dos estudantes e sua compreensão sobre a morfologia das microalgas e cianobactérias, permitindo-lhes representar tridimensionalmente os organismos observados, facilitando a visualização e o aprendizado de suas características.





ATIVIDADE 8: Cada grupo será responsável por elaborar um *folder* educativo sobre a importância das algas e cianobactérias. Para a produção do material, os estudantes poderão utilizar aplicativos como Canva, PowerPoint ou outras ferramentas de sua preferência. Os *folders* serão revisados e impressos pelo professor, ficando disponíveis na escola para que outros estudantes e professores também tenham acesso ao conhecimento adquirido durante a aplicação da sequência didática. Como forma de divulgação científica, imagens dos *folders* podem ser compartilhadas nas redes sociais da escola e alguns exemplares impressos poderão ser distribuídos à comunidade escolar. As figuras 3 e 4, a seguir, mostram um exemplo de *folder* educativo, elaborado por estudantes.

POR ISSO...

A **EDUCAÇÃO AMBIENTAL** é importante, pois ajuda a desenvolver a consciência ética e cidadã, e a promover o uso racional dos recursos naturais.

A educação ambiental tem como objetivo:

- Promover a conexão entre as pessoas e a natureza.
- Ajudar a desenvolver a consciência ecológica e a ética.
- Estimular a tomada de ações com foco na preservação e na sustentabilidade.
- Contribuir para a melhoria da qualidade de vida.

O artigo 225 da Constituição Federal estabelece:

- O meio ambiente é um bem de uso comum do povo e é essencial para a qualidade de vida.
- O Poder Público e a coletividade têm o dever de preservar e defender o meio ambiente.
- A educação ambiental é um componente essencial da educação nacional.

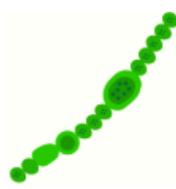
FIQUE LIGADO!

- Lugar de lixo é na lixeira! Recolha o seu lixo sempre que visitar as nossas cachoeiras!
- Cuide do meio ambiente!
- O futuro dos nossos rios depende das nossas ações hoje. Seja parte da mudança para um ambiente mais saudável e sustentável!

ALGAS, CIANOBACTÉRIAS E EDUCAÇÃO AMBIENTAL

ESCOLA ESTADUAL ALZIRA AYRES PEREIRA
CATAS ALTAS - MG
3º 1 - 2024

Figura 3: Lado externo de um folder produzido por um estudante.



ALGAS E CIANOBACTÉRIAS

- As algas e as cianobactérias são seres vivos que podem ser encontrados em praticamente qualquer região do planeta.

Elas são essenciais para a vida no planeta Terra por que:

- Produzem Oxigênio:** Juntas, algas e cianobactérias são responsáveis por cerca de 50% do oxigênio produzido na Terra.
- São a base da cadeia alimentar aquática:** Elas servem como alimento para animais minúsculos que formam o zooplâncton.
- Regulam o ecossistema:** contribuem para a qualidade da água e ajudam na ciclagem de nutrientes.

MAS...

A poluição nos rios pode causar a **EUTROFIZAÇÃO**, que é um processo que ocorre quando há um aumento de nutrientes na água. Esse processo pode ser natural ou provocado pelo homem.

PRESERVE A CACHOEIRA DO MAQUINÉ!

A **EUTROFIZAÇÃO** pode causar:

- Aumento da proliferação de algas e cianobactérias
- Produção de substâncias nocivas à saúde
- Morte de diversas espécies animais e vegetais
- Baixos níveis de oxigênio dissolvido na água
- Água turva e com mau odor

Figura 4: Lado interno de um folder produzido por um estudante.

OBJETIVO: Incentivar os estudantes a produzirem materiais informativos sobre a importância das algas e cianobactérias, desenvolvendo habilidades de comunicação científica. A elaboração do *folder* visa consolidar o conhecimento adquirido, permitindo que outros estudantes, professores e a comunidade escolar tenham acesso às informações, promovendo a conscientização e a divulgação do tema.

ATIVIDADE 9: Para finalizar a sequência didática, os estudantes deverão elaborar um relatório sobre os aspectos positivos e negativos das atividades realizadas e entregar antes da aula 6. O professor deverá fazer uma análise qualitativa dos relatórios e, na sexta aula, apresentar suas considerações finais.





AULA 6

ATIVIDADE 10: Reaplicação do questionário para levantamento de conhecimentos prévios e considerações finais do professor após análise qualitativa dos relatórios dos alunos.

OBJETIVOS: O objetivo da reaplicação do questionário para levantamento de conhecimentos prévios é verificar o progresso dos estudantes ao longo da sequência didática. Essa atividade permite comparar as respostas iniciais com as finais, identificando os avanços conceituais, a correção de possíveis equívocos e o aprofundamento do conhecimento sobre a importância das algas e cianobactérias. Além disso, serve como um indicador para o professor refletir sobre a efetividade das estratégias de ensino adotadas e a necessidade de eventuais ajustes. Já as considerações finais, permitem ao professor refletir sobre o aprendizado dos estudantes e reforçar a importância do conteúdo trabalhado, além de estimular a continuidade do interesse pelos temas abordados.





AVALIAÇÃO: A avaliação poderá ser realizada observando o envolvimento, a participação e o desempenho dos estudantes ao longo das aulas, considerando o desenvolvimento das competências e habilidades previstas na BNCC. Também poderão ser considerados, aspectos relacionados à capacidade de formulação de hipóteses, o aprimoramento da argumentação, a colaboração em atividades em grupo, além da entrega dos *folders* e dos modelos didáticos,

Esperamos que essa sequência didática possa ser útil para outros professores que se dispuserem a aplicá-la, enriquecendo o processo de ensino-aprendizagem!

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular – Ensino Médio. Documento homologado pela Portaria no 1.570, publicada no D.O.U. de 21/12/2017, Seção 1, Pág. 146. Brasília, 21 de dezembro de 2017. 2018.

BRITO, A. C. S.; VALLIM, M. A. Confecção de Modelos Didáticos de Microalgas: Uma Proposta de Utilização na Educação Básica. In: IV ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO AMBIENTE, 2014, Niterói. Anais eletrônicos. Niterói: Universidade Federal Fluminense, 2014. Disponível em: <http://www.decb.uerj.br/arquivos/magui_181-748-1-PB.pdf>. Acesso em: 17/ago. 2023.

CALLISTO, M.; FERREIRA, W.; MORENO, P.; GOULART, M. D. C.; PETRUCIO, M. Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MGRJ). *Acta Limnologica Brasiliense*, Sorocaba, v. 14, n. 1, p. 9198, 2002.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. 3º Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2011.

FRANÇA, J. S.; CALLISTO, M.; MACEDO, D. R. Vagão 4: Primeira parada: Estação usos e ocupação da terra. In: FRANÇA, J. S. Monitoramento participativo de rios urbanos por estudantes-cientistas. Belo Horizonte: UFMG, 2019. Cap. 8. p.131. Disponível em: http://labs.icb.ufmg.br/benthos/index_arquivos/pdfs_pagina/2019/Livro_monitoramento/LivroCompleto.pdf. Acesso em 04 de outubro de 2024.

NAPOLEÃO, P. C. R.; COSTA, A. G.; ARAÚJO, M. P. M. Importância ambiental, ecológica e econômica das microalgas: uma sequência didática para o ensino médio. **Revista Brasileira de Educação Ambiental (RevBEA)**, [S. l.], v. 17, n. 4, p. 275–297, 2022. DOI: 10.34024/revbea.2022.v17.13870. Disponível em: <<https://periodicos.unifesp.br/index.php/revbea/article/view/13870>>. Acesso em: 15 ago. 2023.

