



UnB



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA - UnB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO

**A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA
DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI) PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO
MÉDIO**

Ely de Farias

Brasília-DF
2025

Ely de Farias

**A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA
DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI) PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO
MÉDIO**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em
Ensino de Biologia em Rede Nacional-
PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas,
da Universidade de Brasília, como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre em
Ensino de Biologia.

Área de concentração: Origem da vida,
evolução, ecologia e Biodiversidade

Macroprojeto – Educação Ambiental e
Ecologia

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

Orientador(a): Maria Fernanda Nince Ferreira

discente

Orientadora

Brasília-DF
2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)

Farias, Ely de

A promoção da educação ambiental [livro eletrônico] : uma proposta de sequência didática investigativa (SDI) para o ensino de botânica no ensino médio / Ely de Farias. -- 1. ed. -- Brasília, DF : Ed. da Autora, 2025.

PDF

Trabalho de conclusão de curso (Mestrado) - Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília.

Orientadora: Maria Fernanda Nince Ferreira.
Bibliografia.

ISBN 978-65-01-38469-6

1. Biologia - Estudo e ensino 2. Botânica
3. Didática 4. Educação ambiental 5. Prática pedagógica I. Título.

25-259793

CDD-370.71

Índices para catálogo sistemático:

1. Professores de biologia : Formação profissional :
Educação 370.71

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129

Agradecimentos

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

À toda minha família, em especial à minha mãe, esposa e filhas, por entenderem meu distanciamento em inúmeros momentos e por estarem sempre comigo em momentos de dificuldade.

À minha orientadora, Professora Dra. Maria Fernanda Nince Ferreira, por todo o apoio, dedicação, paciência e conhecimento transmitido ao longo do curso.

Agradeço também todos os professores(as) do PROFBIO/UnB pelos ensinamentos e compromisso com nosso aprendizado, em especial aqueles que muito contribuíram nas etapas de qualificação do projeto, pré-defesa e defesa final do trabalho, professoras Sueli Gomes, Maria Júlia, Silene Lozzi e o professor Flávio França (UEFS).

A todos os colegas de turma, pelo exemplo de resistência e resiliência que cada um demonstrou, em especial a minha companheira de viagens Pollyana.

Aos servidores do Instituto de Biologia da UnB, pelo bom atendimento sempre que solicitados.

Aos coordenadores(as) das escolas onde trabalho, ETI Sueli P. de A. Reche e Colégio Estadual Duque de Caxias, por organizarem horários que viabilizassem minha dedicação ao curso e, sempre que necessário, atenderam minhas necessidades. E aos colegas de trabalho que compreenderam a situação e, quando precisei, também me auxiliaram no que era possível.

Relato do mestrando

Instituição: Universidade de Brasília – UnB
Mestrando: Ely de Farias
Título do TCM: A promoção da Educação Ambiental: Uma proposta de Sequência Didática Investigativa (SDI) para o ensino de Botânica no Ensino Médio
Data da defesa: 21/02/2025
Nascido e criado em Goiânia–GO e passando a trabalhar por Porto Nacional–TO, em 1993 me inscrevi no vestibular da antiga Universidade do Tocantins (UNITINS) para o curso de Ciências Biológicas, sendo aprovado. Conclui o curso de licenciatura em 1998 e desde então atuo como professor de Ciências na rede municipal de Palmas–TO e Biologia na rede estadual do Tocantins. Em 2022, Fábio Lopes, um colega do futebol que cursava o PROFBIO me indicou e insistiu que me inscrevesse. Sem muita expectativa, me inscrevi e acabei sendo aprovado. Mas como cursar o PROFBIO, morando a 850km de Brasília e trabalhando 60h semanais? Pensei, vou começar e ver no que dá, gostei bastante dos professores e de todos os colegas, então resolvi entrar com pedido de licença para aperfeiçoamento na rede municipal, mas ele permaneceu “engavetado” por vinte meses sem resposta, mas apesar das dificuldades consegui concluir com sucesso os três temas do curso, as três provas de qualificações nacionais e todas as etapas a que fomos sendo submetidos. O PROFBIO permitiu-me aprimorar a metodologia utilizada em sala de aula, para proporcionar aos alunos um ensino relevante e voltado à realidade de cada modalidade de ensino. Atualmente, sempre que possível, busco utilizar novas técnicas de ensino. Além disso, aperfeiçoei os meus conhecimentos sobre o ensino e as áreas como Evolução, Bioquímica, Embriologia, Botânica, Genética e outras. Hoje, apesar de ter passado por momentos de um certo distanciamento, com a família, com os colegas de trabalho e com os amigos, posso dizer que estou muito satisfeito comigo mesmo e que com certeza valeu a pena.

A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI) PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO

RESUMO

O presente trabalho de pesquisa aborda a relação entre a Botânica e o processo de ensino em Biologia. Sua finalidade é apresentar uma Sequência Didática Investigativa (SDI) contextualizada para o ensino de Botânica, focada nas plantas do Cerrado. Dessa forma, opta-se por entender a pertinência dos estudos da Botânica do Ensino Médio, os quais possam fomentar a Educação Ambiental e examinar de que forma uma SDI pode contribuir para a compreensão e a conservação da biodiversidade vegetal, assim como a preservação de ecossistemas naturais. Considerando seus aspectos metodológicos, a pesquisa versa pelos pressupostos de uma pesquisa bibliográfica, seguindo pelo viés descritivo, indutivo e explicativo. Buscou-se realizar uma análise: a) na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Documento Curricular do Tocantins (DCT); b) nos livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio – ciclo 2022-2025; c) nas provas do ENEM (período de 2019 a 2023), visando identificar as questões relacionadas aos estudos das plantas, com o intuito de compreender as orientações curriculares, os objetos de conhecimento e as questões relacionadas aos estudos das plantas. A abordagem metodológica foi de natureza qualitativa, em razão de sua subjetividade e da não intenção de reduzir o estudo à operacionalização de variáveis. Foram analisadas duas coleções de livros didáticos de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). A primeira coleção aborda alguns objetos de conhecimento relacionados às plantas integrados a outros conteúdos da Biologia. A segunda coleção traz, em um dos volumes, dois capítulos específicos da Botânica, além de tratar de assuntos sobre as plantas, também integrados a outros conhecimentos da Biologia nos demais volumes. Em relação às provas do ENEM, foram encontradas um total de onze (11) questões relacionadas à Botânica, sendo a maioria delas relacionadas à Ecologia e Evolução. Por fim, a pesquisa propôs-se fundamentar-se em estudos teórico-metodológicos nas Ciências da Natureza e suas Tecnologias, mais especificamente na Biologia e na Educação, visando desenvolver melhor a proposta deste estudo.

Palavras-chave: Cerrado. Biodiversidade Vegetal. Currículo Escolar.

PROMOTING ENVIRONMENTAL EDUCATION: A PROPOSAL FOR AN INVESTIGATIVE TEACHING SEQUENCE (SDI) FOR TEACHING BOTANY IN HIGH SCHOOL

ABSTRACT

This research paper addresses the relationship between Botany and the Biology teaching process. Its purpose is to present an Investigative Didactic Sequence (IDS) contextualized for the teaching of Botany, focused on plants from the Cerrado. Thus, we choose to understand the relevance of Botany studies in High School, which can promote Environmental Education and examine how an IDS can contribute to the understanding and conservation of plant biodiversity, as well as the preservation of natural ecosystems. Considering its methodological aspects, the research is based on the assumptions of bibliographic research, following a descriptive, inductive and explanatory bias. We sought to carry out an analysis: a) in the National Common Curricular Base (BNCC) and in the Tocantins Curricular Document (DCT); b) in the Natural Sciences textbooks for High School – 2022-2025 cycle; c) in the ENEM exams (period from 2019 to 2023), aiming to identify questions related to plant studies, with the aim of understanding the curricular guidelines, the objects of knowledge and the questions related to plant studies. The methodological approach was qualitative in nature, due to its subjectivity and the lack of intention to reduce the study to the operationalization of variables. Two collections of textbooks on Natural Sciences and their Technologies (CNT) were analyzed. The first collection addresses some objects of knowledge related to plants integrated with other Biology content. The second collection contains, in one of the volumes, two specific chapters on Botany, in addition to dealing with subjects on plants, also integrated with other Biology knowledge in the other volumes. Regarding the ENEM exams, a total of eleven (11) questions related to Botany were found, most of them related to Ecology and Evolution. Finally, the research proposed to be based on theoretical-methodological studies in Natural Sciences and their Technologies, more specifically in Biology and Education, aiming to better develop the proposal of this study.

Keywords: Cerrado. Plant Biodiversity. School Curriculum.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Capa do livro - Ciências da Natureza – (MULTIVERSOS).....	27
Figura 2 - Exemplo de atividade sobre fotossíntese.....	30
Figura 3 - Exemplo de atividade sobre relações evolutivas das plantas.....	31
Figura 4 - Exemplo de atividade investigativa.....	33
Figura 5 – Capa do livro - Ciências da Natureza e suas Tecnologias (Moderna Plus)	34
Figura 6 – Questão sobre evolução das plantas terrestres.....	38
Figura 7 – Hipótese evolutiva acerca das relações entre os grupos de plantas.....	39
Figura 8 – Relações filogenéticas entre os principais grupos de Embriófitas.....	40
Figura 9 – Questão sobre sucessão ecológica e recuperação de áreas degradadas.....	41
Figura 10 – Questão sobre metabolismo energético (fotossíntese).....	42
Figura 11 – Questão sobre interações ecológicas.....	43
Figura 12 – Questão sobre reprodução e evolução das angiospermas.....	44
Figura 13 – Questão sobre hormônios vegetais e propagação vegetativa.....	44
Figura 14 – Questão sobre tecidos vegetais.....	45
Figura 15 – Questão de ecologia – introdução de espécies exóticas.....	46
Figura 16 – Questão sobre hormônios vegetais.....	47
Figura 17 – Questão sobre evolução das plantas.....	48
Figura 18 – Questão de fisiologia vegetal.....	49

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

BNCC.....	Base Nacional Comum Curricular
CAPES.....	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNT.....	Ciências da Natureza e suas Tecnologias
DCT.....	Documento Curricular do Tocantins
EA.....	Educação Ambiental
EM13CNT101.....	Ensino Médio. 1ª a 3ª séries. Ciências da Natureza e Suas Tecnologias. Competência específica 1. Habilidade 1
ENEM.....	Exame Nacional do Ensino Médio
INEP.....	Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira
LD.....	Livro Didático
MEC.....	Ministério da Educação
OGMs.....	Organismos Geneticamente Modificados
PCN.....	Parâmetros Curriculares Nacionais
PNLD.....	Programa Nacional do Livro e do Material Didático
PROFBIO.....	Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
SDI.....	Sequência Didática Investigativa
SEDUC-TO.....	Secretaria de Educação e Cultura do Tocantins-TO
TCM.....	Trabalho de Conclusão de Mestrado
UnB.....	Universidade de Brasília

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	BOTÂNICA E A EDUCAÇÃO AMBIENTAL.....	14
2.2	BOTÂNICA E AS ORIENTAÇÕES CURRICULARES EDUCACIONAIS	16
2.3	SEQUÊNCIAS DIDÁTICAS INVESTIGATIVAS (SDI)	17
2.4	LIVRO DIDÁTICO: CONCEPÇÕES E FUNÇÕES NO CONTEXTO ESCOLAR	19
3	OBJETIVOS DO TRABALHO	22
3.1	OBJETIVO GERAL	22
3.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	22
4	METODOLOGIA	23
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.1	ORIENTAÇÕES EDUCACIONAIS LEGAIS	26
5.2	LIVROS DIDÁTICOS.....	26
5.2.1	Multiversos – Ciências da Natureza	27
5.2.1.1	Volume 1 – Matéria e Energia.....	28
5.2.1.1.1	Unidade 1 - Composição dos ambientes	28
5.2.1.1.2	Unidade 3 – Transformações da matéria e da energia – Reações químicas e metabolismo	29
5.2.1.1.3	Unidade 4 – Energia e matéria nas cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos.....	30
5.2.1.2	Volume 4 – Origens.....	31
5.2.1.2.1	Unidade 4 – Evolução da vida	31
5.2.1.3	Volume 5 - Ciência, sociedade e ambiente	32
5.2.1.3.1	Unidade 4 - Proteção da natureza e sustentabilidade	32
5.2.1.3.2	Unidade 1- Características da ciência	32
5.2.1.3.3	Unidade 2 - Genética e tecnologia.....	33
5.2.2	Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias.....	33
5.2.2.1	Volume 1- O conhecimento científico	34
5.2.2.2	Volume 2 – Água e vida.....	35
5.2.2.3	Volume 3 - Matéria e energia	37
5.2.2.4	Volume 4 – Humanidade e ambiente	37
5.3	ANÁLISE DAS PROVAS DE CIÊNCIAS DA NATUREZA DO ENEM DE 2019 A 2023.....	38
5.3.1	Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2019	38
5.3.2	Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2020	40

5.3.3	Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2021	43
5.3.4	Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2022	45
5.3.5	Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2023	46
5.4	SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI)	51
5.4.1	Introdução	51
5.4.2	Objetivo geral.....	53
5.4.3	Objetivos específicos	53
5.4.4	Habilidades da BNCC:.....	53
5.4.5	Sequência das aulas	54
5.4.5.1	AULA 1 – Problematização e levantamento de hipóteses iniciais (50 minutos)	54
5.4.5.2	AULA 2 – Aula de campo (50 minutos)	55
5.4.5.3	AULA 3 – Investigação (50 minutos)	57
5.4.5.4	AULA 4 – Resultados, discussão e conclusão (50 minutos).....	58
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS.....	71
	ANEXO.....	76
	ANEXO A - CARTA JUSTIFICATIVA QUESTÕES ÉTICAS RELATIVAS AO	
	TCM.....	77

1 INTRODUÇÃO

Um dos principais desafios no ensino de Biologia reside na falta de recursos adequados, tanto em termos de materiais didáticos quanto de infraestrutura laboratorial. Na Botânica, por exemplo, de acordo com Ursi *et al.* (2018, p. 2), dentre os principais desafios a serem superados estão a falta de contextualização, a ausência de atividades práticas, o uso limitado de tecnologias, o aprofundamento exagerado em nomenclaturas e as limitações na formação de professores. A Botânica exige uma compreensão prática da diversidade de plantas, mas muitas escolas enfrentam limitações financeiras que impedem investimentos em laboratórios bem equipados, ficando, na maioria das vezes, restritas ao uso do livro didático que, segundo Lajolo (1996), pode ser a principal, ou até mesmo a única fonte de pesquisa e conhecimento para a maioria dos estudantes. Portanto, torna-se essencial que os professores desenvolvam conhecimentos e habilidades que vão além das limitações dos próprios livros, complementando, adaptando e até mesmo corrigindo os materiais recomendados pelo Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD). Para superar essa dificuldade, é crucial que o professor adote estratégias metodológicas eficazes, indo além da tradicional dependência do quadro e livro didático, fazendo-se necessário realizar visitas a espaços não formais como estratégias de ensino. Bortoletto (2013) afirma que os espaços educativos não formais são capazes de oferecer condições favoráveis ao desenvolvimento de atividades interativas, de caráter lúdico e de divulgação científica. O ensino de Botânica ocorre frequentemente de maneira desvinculada da realidade dos alunos, com aulas excessivamente teóricas e descritivas que podem interferir no processo de aprendizagem e no estímulo dos estudantes. Portanto, é fundamental empregar estratégias que possam minimizar essas dificuldades relacionadas ao ensino sobre plantas.

Para auxiliar na superação disso, as sequências didáticas, baseadas no ensino por investigação, destacam-se como recursos didáticos que podem ser utilizados em abordagens de ensino que priorizam a construção do conhecimento pelos estudantes. Scarpa e Campos (2018, p. 30) explicam que essa abordagem de ensino busca envolver ativamente os alunos em sua aprendizagem, “por meio da geração de questões e problemas nos quais a investigação é condição para resolvê-los, com coleta, análise e interpretação de dados que levem à formulação e à comunicação de conclusões baseadas em evidências e reflexão sobre o processo”. Dessa forma, trata-se de um conjunto organizado de atividades pedagógicas que podem promover a investigação e a descoberta pelos alunos sobre determinado tema ou objeto de conhecimento.

Ao reconhecer a importância das plantas para o homem e para a vida na Terra, tornam-se importantes os estudos sobre a vegetação do Cerrado, que ocupa grande parte da região central do Brasil, incluindo boa parte do Estado do Tocantins. O Cerrado do Tocantins é uma região de transição entre os biomas Amazônia, Mata Atlântica e Caatinga. Esse bioma é caracterizado por uma vegetação típica de Cerrado, com árvores de pequeno porte, arbustos, gramíneas e muitas espécies de flora adaptadas às condições de solo e clima específicas da região (SILVA, 2007).

Considerando esta realidade, o presente projeto de pesquisa visa colocar em evidência o estudo das plantas do Cerrado do Estado do Tocantins, a partir de propostas de atividades investigativas. O conhecimento acerca dessas plantas, instigado pela sequência didática investigativa (SDI), poderá beneficiar o conhecimento dos alunos de diversas maneiras: permitindo conhecer e preservar sua biodiversidade, identificar seu potencial econômico e promover o uso sustentável desses recursos, beneficiando as comunidades locais e a economia regional; além disso, identificar áreas de alta biodiversidade e priorizar a conservação desses locais.

Esta pesquisa se justifica pela relevância social e científica da própria Botânica e de como esta é ensinada nas escolas. Como enfatizado por Oliveira *et al.* (2022, p. 4), “a importância das plantas no cotidiano é inerente, por estar presente com relevante papel na história e na economia”. Por isso, como abordado pelos autores, estudá-la é de fundamental importância porque se diminuem as barreiras e os desafios da chamada “impercepção botânica” e do “analfabetismo botânico” (OLIVEIRA *et al.*, 2022, p. 4). Logo, é relevante propiciar a Botânica a necessária credibilidade nas unidades escolares, a fim de consolidá-la como área de estudo que fomenta a própria Educação Ambiental, tendo em vista que seu ensino teórico e prático permite uma melhor compreensão da Ciência para a conscientização da preservação e conservação dos ambientes e ecossistemas naturais (LIMA, 2020).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Botânica e a Educação Ambiental

Segundo Fagundes e Gonzalez (2006), o ensino de Biologia no nível fundamental e médio tem se caracterizado pela valorização de conteúdos, conceitos e classificações, o que demanda uma considerável capacidade de abstração por parte dos alunos. Esse entendimento envolve teorias, hipóteses e observações de seres vivos presentes nos livros didáticos, sendo predominantemente baseado na memória visual e auditiva. Embora em menor escala, a utilização de objetos e experiências concretas também desempenha um papel significativo, contribuindo para a ampliação da percepção nas Ciências Biológicas.

Neste contexto temos o ensino de Botânica, um dos mais ignorados por professores e estudantes no Ensino Médio, onde se observa que, apesar de toda a importância das plantas para a vida na Terra e para o ser humano, a Botânica não recebe a devida importância nos programas de ensino e, na maioria das vezes, é pouco contemplada nos currículos escolares do Ensino Básico, sendo negligenciada até mesmo na sociedade, levando à chamada “cegueira botânica”. Katon, Towata e Saito (2013) contextualizam que Wandersee e Schussler (1999) definiram o termo cegueira botânica para descrever o desinteresse das pessoas em relação aos vegetais. Os autores pontuam que esse desinteresse pode causar uma visão equivocada em relação à importância dos seres vivos, ou seja, a incapacidade de ver ou perceber as plantas no próprio ambiente, resultando na falta de reconhecimento da importância das plantas, na incapacidade de apreciar suas características únicas e na classificação equivocada das plantas como inferiores aos animais. No entanto, essa expressão tem sido criticada por seu caráter capacitista, ou seja, por utilizar a deficiência visual como metáfora para a falta de percepção. Como alternativa mais inclusiva, Ursi e Salatino (2022) propõem o uso do termo “impercepção botânica”, promovendo uma linguagem mais inclusiva e sensível às questões de deficiência.

No mundo atual a maioria das folhas, frutos, sementes e raízes chegam até a população nos supermercados, fazendo com que as pessoas não consigam relacionar os produtos com as plantas. Por exemplo, ao tomar uma cerveja, não se idealiza a planta de cevada e do lúpulo; muito menos se pensa numa planta de guaraná ao tomar um refrigerante. (SALATINO; BUCKERIDGE, 2016).

A Botânica, enquanto ciência voltada ao estudo dos organismos clorofilados em seus diversos aspectos morfológicos, evolutivos, sistemáticos e fisiológicos, desempenha um papel essencial no entendimento da vida na Terra e, junto com a Zoologia e a Ecologia, constituem um dos pilares fundamentais da Biologia contemporânea (ALVES; LEMOS, 2021). Contudo, mesmo diante da convivência com as plantas, desde os alimentos aos medicamentos, dos vestuários aos materiais de construção, o conhecimento sobre as plantas muitas vezes é relegado a um segundo plano no contexto educacional e social.

De acordo com Raven, Evert e Eichhorn (2022), as plantas são fundamentais por fornecerem alimentos, matéria-prima para a indústria e medicamentos. Por meio da Botânica, é possível compreender as propriedades medicinais das plantas, explorando maneiras de utilizá-las de forma sustentável. Além disso, as plantas desempenham um papel vital na produção de oxigênio e na regulação do clima.

As plantas participam de nossas vidas de muitas outras maneiras além de fontes de alimento. Elas nos fornecem fibras para vestuário, madeira para mobiliário, abrigo e combustível, papel para livros, temperos para culinária, substâncias para remédios e o oxigênio que respiramos. Somos totalmente dependentes das plantas. (RAVEN; EVERT; EICHHORN, 2022).

Ao estudar as plantas no Ensino Básico, logo se percebe a sua relação com o meio ambiente, o tipo de vegetação, os seus usos e a sua importância ambiental. De acordo com Vieira (2022), quando se fala em Educação Ambiental nas escolas, é comum considerar temas como o consumo consciente de recursos naturais, como água e energia, o lixo e a reciclagem. É relevante debater também os biomas brasileiros e os impactos que certos hábitos podem causar não apenas ao meio ambiente, mas também à vida.

Educação Ambiental são 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).

A Educação Ambiental visa capacitar crianças e jovens a desenvolverem senso crítico em relação aos problemas ambientais, em uma sociedade consumista, é essencial discutir equilíbrio ambiental e hábitos sustentáveis, destacando a importância de planejar o futuro de forma responsável. A Educação Ambiental, por sua natureza transdisciplinar, possibilita a integração de diversos conteúdos de Ciências Biológicas no Ensino Médio, ao mesmo tempo em que promove a formação crítica dos estudantes. Em uma sociedade de consumismo desenfreado, a Educação Ambiental visa construir trajetórias de aprendizagem para que o

estudante perceba que uma vida melhor está diretamente relacionada ao ato de planejar o futuro em sociedade, numa perspectiva ambientalmente sustentável (BRASIL, 2022).

O surgimento da questão ambiental como um problema que afeta o destino da humanidade tem mobilizado governos e sociedade civil. Na esfera educativa temos assistido à formação de um consenso sobre a necessidade de problematização dessa questão em todos os níveis do ensino (CARVALHO, 2017). No Ensino Fundamental essa diretriz é reforçada pelo Ministério da Educação (MEC) que propõe a internalização da questão ambiental como um dos temas transversais destacados pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) como observado em Brasil (1998). Em contraste no Ensino Médio, constata-se uma diminuição na abordagem da Educação Ambiental, conforme apontam Menezes e Miranda (2021). Segundo Ruscheinsky (2012, p. 82), o sistema de ensino é indispensável para aprofundar e difundir perspectivas e políticas ambientais. Isso é particularmente relevante, pois este espaço permite discutir temas que melhoram as representações sociais e a visão de mundo sobre práticas socioambientais.

Segundo Giesta (2012, p. 207), nos debates em variadas instâncias sobre ações de Educação Ambiental nos currículos escolares com abordagem disciplinar, interdisciplinar, temas transversais, entre outras propostas, provocam controvérsias que, em muitos casos, evidenciam pressupostos teóricos pouco ou nada consistentes na argumentação e planejamento. Importante, porém, é que esse tema, de valor inestimável para todos, permeie as discussões escolares e acadêmicas nas diversas áreas de estudos.

Segundo Monteiro e Brandelli (2017), o estudo das relações entre pessoas e plantas pode ter uma série de implicações tanto para a comunidade científica quanto para a população local. Alguns exemplos de pesquisas etnobotânicas, como a descoberta de novos fármacos, reconhecimento e preservação de plantas potencialmente importantes para seus respectivos ecossistemas.

2.2 Botânica e as Orientações Curriculares Educacionais

A Educação Básica brasileira tem passado por importantes reformulações, sobretudo com a homologação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC), em 2017 para o Ensino Fundamental e em 2018 para o Ensino Médio. De acordo com a BNCC (BRASIL, 2018, p.

539), a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias busca desenvolver nos estudantes habilidades investigativas, incentivando a análise quantitativa, a comparação de modelos explicativos e a construção de argumentos fundamentados em evidências científicas, princípios éticos e responsabilidade social. Além disso, valoriza-se o uso crítico de diferentes mídias e tecnologias digitais como meio de comunicação e expressão científica.

No Ensino Médio, conforme Tocantins (2019), a estrutura da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias é composta pelos componentes curriculares de Biologia, Física e Química, organizados em duas unidades temáticas — *Matéria e Energia* e *Vida, Terra e Cosmos* — que se desdobram em três competências específicas e 26 habilidades. Essa organização curricular visa articular os conhecimentos científicos com situações do cotidiano, favorecendo a construção de saberes significativos e contextualizados.

O Documento Curricular do Tocantins (DCT), em consonância com a BNCC, também não especifica objetos de conhecimento obrigatórios para cada habilidade ou competência. Dessa forma, cabe aos sistemas de ensino, às escolas e aos professores selecionar os conteúdos que serão abordados, como é o caso da Botânica. Essa flexibilidade representa uma oportunidade, mas também um desafio, pois exige do professor a habilidade de planejar e justificar a inserção de determinados conteúdos, considerando tanto o desenvolvimento das habilidades previstas quanto a relevância científica, social e ambiental desses saberes.

Nesse contexto, a Botânica pode desempenhar um papel fundamental, uma vez que, ao tratar das interações entre os seres vivos e o ambiente, favorece o entendimento de questões ecológicas e sustentáveis, em sintonia com as diretrizes da BNCC. A escolha por abordar conteúdos botânicos deve estar alinhada não apenas aos objetivos curriculares, mas também ao compromisso com uma formação crítica, investigativa e integrada do estudante.

2.3 Sequências Didáticas Investigativas (SDI)

As Sequências Didáticas Investigativas (SDI) são séries de atividades planejadas para permitir que os alunos tragam seus conhecimentos prévios, desenvolvam ideias próprias e as discutam com colegas e professores, avançando do conhecimento espontâneo para o científico e adquirindo capacidade para compreender conhecimentos já estabelecidos.

De acordo com Carvalho (2013), na maioria das vezes a SDI inicia-se com um problema experimental ou teórico contextualizado, que introduz os alunos ao tema desejado e proporciona condições para pensar e trabalhar com as variáveis relevantes do fenômeno científico central do conteúdo programático. Ela acrescenta que, após a resolução do problema, é necessária a rediscussão do conteúdo para que o conhecimento construído pelos alunos seja sistematizado e, em seguida, contextualizado para poderem perceber a relevância da aplicação do conhecimento construído no cotidiano.

Para Clement, Alves e Custódio (2015), o ensino por investigação prevê, dentre outros aspectos, uma participação ativa do estudante no processo de ensino-aprendizagem, o que lhes atribui maior controle sobre a sua própria aprendizagem. Os estudantes podem participar da discussão para problematização e apropriação das situações-problemas, fazer perguntas para debater aspectos que sejam de seu interesse e que estejam relacionados às situações-problema; interagir com os seus colegas ao longo do trabalho; elaborar hipóteses, estratégias e propor soluções; relatar, discutir e avaliar os resultados alcançados.

Para Carvalho (2013), o problema e o material didático devem ser organizados simultaneamente, pois são interdependentes. O material deve possibilitar a diversificação das ações dos alunos, permitindo a observação de correspondências entre ações e reações do objeto, facilitando a estruturação de regularidades. O problema deve ser cuidadosamente selecionado, sendo relevante culturalmente para os alunos e despertando interesse para que se engajem na busca por soluções, permitindo que exponham conhecimentos prévios sobre o tema. Com base nesses conhecimentos e na manipulação do material, os alunos formulam e testam suas hipóteses para resolver o problema.

Segundo Munford e Lima (2007), diferentemente do que é praticado na Ciência escolar, na qual as atividades dos estudantes são estruturadas com base no raciocínio por leis e símbolos manipulados para resolver problemas bem definidos que produzem significados fixos e conceitos imutáveis, o ensino de ciências por investigação tem o papel de propiciar o desenvolvimento de um raciocínio com base em modelos causais por meio de situações-problemas, cujas resoluções produzem significados negociáveis e uma compreensão socialmente construída.

Ao considerar os princípios da Biologia, surgem dificuldades em propor um ensino investigativo com atividades práticas sobre temas biológicos, sendo importante enfatizar que os dados de uma investigação podem ser coletados não apenas por meio de experimentação,

mas também por observações do mundo natural, comparações entre fenômenos e diversas fontes de pesquisa, dependendo da pergunta inicial e do tipo de resposta desejada (SCARPA; SILVA, 2013).

Uma Sequência Didática Investigativa (SDI) é um conjunto de atividades planejadas visando promover a investigação e o pensamento crítico dos estudantes em relação a um determinado tema. Segundo Zabala (2014), as sequências didáticas são uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática. Dessa forma, analisam-se as diferentes formas de intervenção conforme as atividades que se realizam e, sobretudo, pelo significado que adquirem como uma sequência orientada para a realização de determinados objetivos educativos.

2.4 Livro didático: concepções e funções no contexto escolar

O livro didático (LD) ocupa papel essencial no cotidiano escolar, especialmente no ensino médio, sendo amplamente utilizado como suporte pedagógico por professores e estudantes. Embora sua definição pareça evidente, há aspectos importantes que o diferenciam de outros materiais impressos. Choppin (2004) ressalta a complexidade conceitual do LD, apontando as dificuldades de traduzir suas especificidades entre diferentes idiomas e contextos educacionais.

Molina (1987) define o LD como uma obra escrita ou organizada com o propósito específico de ser empregada em situações didáticas, conferindo-lhe uma identidade própria, embora sujeita a transformações ao longo do tempo. Complementando essa perspectiva, Nascimento (2002), com base em autores como Richaudeau (1979) e Gérard e Roegiers (1998), entende o LD como um recurso impresso intencionalmente estruturado para a educação formal em diferentes etapas da vida escolar.

Um recurso didático impresso, que veicula os conhecimentos científicos gerais e didatizados de uma determinada disciplina. É intencionalmente estruturado para se inserir no processo de ensino e aprendizagem como suporte da educação formal, voltado para a instrução individual ou em grupo com vistas à formação do estudante em quaisquer etapas de sua vida escolar, independentemente de faixa etária (NASCIMENTO, 2002, p. 13).

O livro didático pode ser analisado sob diferentes perspectivas, de acordo com seu papel no processo educativo. Richaudeau (1979 apud NASCIMENTO, 2002) propõe três abordagens: científica, pedagógica e institucional. A perspectiva científica evidencia que o LD, além de transmitir conteúdos, veicula concepções ideológicas sobre ciência, linguagem e história. A perspectiva pedagógica refere-se à maneira como o LD estrutura a comunicação e a aprendizagem. Já a perspectiva institucional considera o LD como reflexo da organização e das exigências do sistema educacional no qual está inserido.

Além disso, Richaudeau (1979 apud NASCIMENTO, 2002) atribui ao LD três funções principais: (1) transmitir informações, sistematizando conhecimentos específicos; (2) organizar a aprendizagem, por meio da seleção e sequência dos conteúdos; e (3) intermediar a relação com o mundo exterior, podendo estimular a criatividade e a autonomia dos estudantes — ou, inversamente, limitar o processo a práticas mecânicas.

Choppin (2004) amplia essa compreensão ao destacar quatro funções complementares: (1) referencial ou curricular, ao refletir os conteúdos prescritos pelos currículos; (2) instrumental, ao apresentar estratégias de aprendizagem e atividades; (3) ideológica e cultural, ao transmitir valores e visões de mundo; e (4) documental, especialmente relevante em contextos que valorizam a autonomia discente e demandam sólida formação docente.

Por fim, Gérard e Roegiers (1998) diferenciam as funções do LD a partir de seus principais usuários. Para os alunos, o LD contribui com a transmissão de conhecimentos, o desenvolvimento de competências, a consolidação da aprendizagem e a integração cultural. Para os professores, representa uma fonte de informação científica, um recurso de formação contínua e um apoio na gestão das aulas e na avaliação dos estudantes.

Nesse contexto, Lajolo (1996) reforça que o livro didático, por sua natureza sistemática e voltada ao uso em sala de aula, constitui um instrumento específico e essencial para o ensino e a aprendizagem formal. Ainda que não seja o único recurso disponível no processo educativo, sua presença pode ser determinante para a qualidade do aprendizado. Considerando sua relevância no contexto escolar brasileiro, o LD integra as políticas públicas educacionais, configurando-se como um meio pelo qual o Estado busca garantir o direito à educação de qualidade para todos.

Nessa perspectiva, o Programa Nacional do Livro e do Material Didático (PNLD) desempenha um papel essencial ao avaliar e disponibilizar, de forma sistemática, regular e gratuita, obras didáticas, pedagógicas e literárias, além de outros materiais de apoio à prática

educativa. O programa atende escolas públicas de educação básica das redes federal, estadual, municipal e distrital, bem como instituições de educação infantil comunitárias, confessionais ou filantrópicas sem fins lucrativos conveniadas com o Poder Público (BRASIL, 2024).

Alinhadas a esse propósito, as obras didáticas do Ensino Médio atualmente são elaboradas com base nas diretrizes da reforma educacional e nos princípios definidos por documentos oficiais, como a Constituição Federal, a LDB e a BNCC. Segundo a Universidade Federal de Alagoas (UFAL, 2021, online).

As obras didáticas do Ensino Médio foram desenvolvidas segundo as diretrizes da reforma educacional, buscando tornar a aprendizagem mais significativa e engajadora para os jovens. Elas seguem princípios éticos e marcos legais, como a Constituição Federal, a LDB e a BNCC, e devem estar isentas de preconceitos e discriminações, promovendo a diversidade cultural e social do Brasil. Essas obras devem garantir a qualidade e adequação dos conteúdos, respeitando os direitos de aprendizagem dos estudantes. A interdisciplinaridade é valorizada para ampliar a visão de mundo dos alunos e estimular o pensamento crítico e criativo. A contextualização e problematização dos temas buscam evitar o ensino meramente conteudista, promovendo investigações científicas e estimulando a pesquisa como parte essencial da aprendizagem. Por fim, o Guia do PNLD 2021 oferece ao professor subsídios para a escolha das obras mais adequadas à sua realidade escolar, visando à educação integral dos estudantes e ao desenvolvimento das competências e habilidades propostas pela BNCC.

A inserção dessas diretrizes evidencia o esforço contemporâneo em tornar o livro didático não apenas um repositório de conteúdos, mas um instrumento alinhado à formação integral dos estudantes, à promoção da equidade e ao desenvolvimento de competências e habilidades essenciais ao desenvolvimento dos estudantes.

3 OBJETIVOS DO TRABALHO

3.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de Sequência Didática Investigativa (SDI) para o ensino e aprendizagem de conhecimentos sobre as plantas do Cerrado tocantinense, com base na análise documental de livros de Ciências da Natureza, provas do ENEM e orientações educacionais legais.

3.2 Objetivos específicos

1. Examinar a abordagem dos estudos de Botânica na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e no Documento Curricular do Tocantins (DCT), considerando as orientações educacionais legais sobre o ensino dos conhecimentos e suas interações com o meio ambiente.
2. Identificar as habilidades e competências relacionadas ao estudo de Botânica nos livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio, Ciclo 2022–2025, da Rede Estadual do Tocantins.
3. Analisar as questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) entre 2019 e 2023 relacionadas ao estudo das plantas, comparando-as com as abordagens dos livros de Ciências da Natureza do Ensino Médio.
4. Desenvolver uma Sequência Didática Investigativa (SDI) sobre o estudo das plantas do Cerrado e conceitos de Botânica, como taxonomia, fisiologia, morfologia, ecologia e etnobotânica, para fomentar a Educação Ambiental.

4 METODOLOGIA

A pesquisa não envolveu a aplicação com a participação de voluntários em seu desenvolvimento. Com uma abordagem qualitativa, teve um caráter exploratório, indutivo, descritivo e explicativo em relação ao objeto de estudo, dispensando, portanto, a necessidade de avaliação por um comitê de ética em pesquisa, já que não envolveu participantes externos. (Anexo A - Carta justificativa questões éticas relativas ao TCM).

Esta pesquisa foi construída a partir de problematizações surgidas, principalmente, da relação entre a Botânica e o ensino. Assim, o problema norteador desta discussão envolveu uma reflexão sobre as seguintes questões:

A) Qual é a pertinência dos estudos de Botânica, como taxonomia, fisiologia, morfologia, ecologia e etnobotânica, para o componente curricular de Biologia do Ensino Médio, considerando seu potencial para fomentar a Educação Ambiental?

B) De que forma uma Sequência Didática Investigativa (SDI) que aborde o estudo das plantas do Cerrado pode contribuir para a compreensão e conservação da biodiversidade vegetal e a preservação dos ecossistemas naturais?

Considerando os aspectos metodológicos, este estudo caracterizou-se como uma pesquisa bibliográfica com viés descritivo, indutivo e explicativo. Foi realizado um levantamento bibliográfico em banco de dissertações e teses da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e livros impressos, com o objetivo de compreender a relação entre a Botânica e o ensino.

A pesquisa também envolveu uma análise nas orientações educacionais legais, em âmbito nacional e estadual, sobre como os estudos de Botânica são abordados. Foram selecionados para investigação a Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e o Documento Curricular do Tocantins (DCT). Nesses documentos, foram analisadas as competências gerais, competências específicas e habilidades da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, buscando identificar onde se 'encaixam' os objetos de conhecimento de Botânica. Além disso, foi realizada uma análise dos livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio – ciclo 2022–2025 (Rede Estadual do Tocantins), a fim de compreender a presença de objetos de conhecimento voltados ao estudo da Botânica; essa análise abrangeu coleções de livros aprovados e incluídos no PNLD-2021 para o Ensino Médio.

Adicionalmente, foi feita uma observação direta nas provas do ENEM (período de 2019 a 2023) para identificar questões relacionadas aos estudos das plantas, verificando a presença desses objetos de conhecimento nos livros didáticos de Ciências da Natureza do Ensino Médio. Na análise das provas realizadas nesse período, observou-se a relação direta ou indireta das questões com os conhecimentos sobre plantas.

A análise do conteúdo seguiu três fases principais: a pré-análise, a exploração do material e a interpretação. Na pré-análise, foram selecionados os livros *Multiversos – Ciências da Natureza e Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, além de materiais relevantes, como a BNCC, o DCT e as provas do ENEM. A leitura inicial permitiu uma aproximação com os documentos, tornando a leitura gradualmente mais precisa. Na etapa de exploração do material, os documentos foram examinados com base nos critérios de avaliação definidos, ou seja, verificando a presença ou não dos conteúdos de Botânica nos livros didáticos, questões relacionadas às plantas nas provas do ENEM e como a Botânica aparece na BNCC e DCT. Finalmente, na etapa de interpretação, os resultados foram organizados e interpretados para possibilitar inferências sobre o conteúdo analisado.

O professor de Biologia enfrenta desafios significativos ao ministrar conteúdos nas aulas, pois os conceitos da disciplina são frequentemente considerados de difícil compreensão pelos alunos. Por isso, esta pesquisa se direcionou a partir das seguintes hipóteses: a) uma Sequência Didática Investigativa (SDI) poderia, estrategicamente, ser um recurso pedagógico aliado do professor, podendo, assim, ser utilizada para promover a investigação e o pensamento crítico dos estudantes em relação a um determinado tema; b) de modo sistemático e organizado, uma Sequência Didática Investigativa (SDI) poderia contribuir significativamente para a compreensão da estrutura e do funcionamento das plantas, uma vez que a organização de suas atividades estimularia o aluno a identificar suas principais características anatômicas e fisiológicas.

A proposta de uma Sequência Didática Investigativa (SDI) foi desenvolvida considerando os temas e objetos de conhecimento de Botânica do Ensino Médio, como a classificação e a morfologia de Angiospermas, destacando a importância ecológica e ambiental das plantas. Para essa elaboração, realizou-se um levantamento bibliográfico sobre modelos de Sequências Didáticas que auxiliassem no desenvolvimento do trabalho, além de buscar preencher as lacunas observadas na análise dos livros didáticos em relação às provas do ENEM verificadas.

A SDI foi constituída de uma sequência de quatro aulas de 50 minutos, e a Educação Ambiental na SDI foi abordada transversalmente, permeando todos os conteúdos trabalhados, para que os estudantes pudessem compreender a necessidade de preservação do segundo bioma em extensão no Brasil, considerando a conscientização relativa aos problemas ambientais enfrentados pelo Cerrado, tais como as queimadas, o desmatamento e a substituição de sua vegetação por grandes áreas de plantio.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Orientações educacionais legais

Ao examinar a parte referente ao Ensino Médio na Base Nacional Comum Curricular (BNCC) e Documento Curricular do Tocantins (DCT) verificou-se a ausência de termos como “botânica”, “plantas” e “vegetais”, o que pode ser explicado por fatores relacionados à abordagem e estrutura do documento, que prioriza competências e habilidades amplas e interdisciplinares. A BNCC não apresenta conteúdos específicos de forma explícita, mas estabelece competências e habilidades que os estudantes devem desenvolver ao longo da Educação Básica. Assim, termos especializados como “botânica” podem não ser diretamente citados, mas estão implícitos nas habilidades que envolvem o estudo dos organismos vivos e da biodiversidade (BRASIL, 2018). Ela propõe que conteúdos sejam trabalhados em contextos que conectem diferentes áreas do saber, como ecologia, sustentabilidade e biodiversidade (BRASIL, 2018; DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002), o estudo de plantas é incorporado a esses tópicos contemporâneos, destacando sua relevância para a sociedade e o meio ambiente (BRASIL, 2018). O documento oferece diretrizes gerais, permitindo que sistemas de ensino e professores selecionem conteúdos específicos. Dessa forma, temas de botânica podem ser abordados conforme as necessidades regionais, como no estudo da vegetação de biomas brasileiros (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Diante disso, cabe ao professor interpretar as habilidades previstas na BNCC e integrá-las ao ensino de conteúdos específicos. Dessa forma, é possível alinhar o estudo das plantas com os objetivos da Base, promovendo conexões com temas amplos, como biodiversidade, conservação e sustentabilidade.

5.2 Livros didáticos

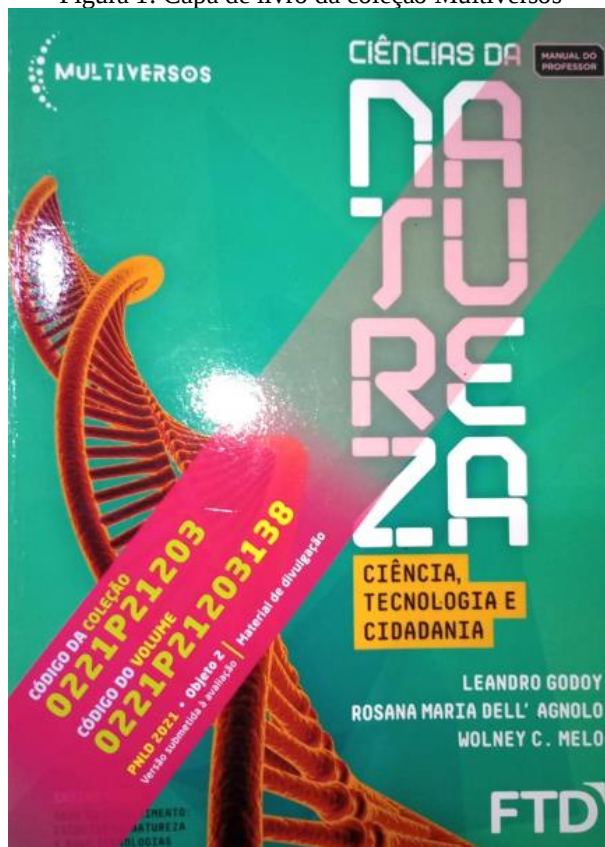
Foi realizado um levantamento dos conteúdos relacionados às plantas, trabalhados em dois dos livros aprovados pelo PNLD-2021 para o ciclo 2022–2025. O primeiro foi o livro

distribuído pela Secretaria de Educação e Cultura do Tocantins-TO (SEDUC-TO) para todas as escolas da rede pública estadual do Tocantins (Multiversos – Ciências da Natureza). O segundo livro (Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias) foi escolhido por se tratar de uma obra de autores conhecidos e aprovado pelo PNLD-2021. As análises a seguir seguem as descrições das obras feitas pelos autores das coleções no manual do professor, seguidas das minhas próprias análises.

5.2.1 Multiversos – Ciências da Natureza

A obra é composta por seis livros e as competências gerais da Base Nacional Comum Curricular (BNCC) estão presentes em todos os volumes. Cada um dos seis volumes da obra se organiza em torno de um eixo principal, que conduz o desenvolvimento dos conteúdos e visa integrar os componentes curriculares de Biologia, Física e Química na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT). A Figura 1 apresenta a capa de um dos livros da coleção.

Figura 1: Capa de livro da coleção Multiversos



Fonte: GODÓY; AGNOLO; MELO. Multiversos: Ciências da Natureza. São Paulo: FTD, 2020. Capa.

Conteúdo de cada volume: 1) matéria, energia e a vida. 2) movimentos e equilíbrios na natureza. 3) eletricidade na sociedade e na vida. 4) origens. 5) ciência, sociedade e ambiente. 6) ciência, tecnologia e cidadania.

Cada volume é dividido em quatro unidades e estas são subdivididas em um número variável de temas da área das Ciências da Natureza. Aqui, foi abordado apenas as análises das unidades e temas que se referem ou se relacionam ao estudo das plantas.

5.2.1.1 Volume 1 – Matéria e Energia

5.2.1.1.1 Unidade 1 - Composição dos ambientes

Esta unidade propicia o estudo da composição dos ambientes a partir de fatores abióticos, como a matéria e a energia, e de fatores bióticos, representados pelos seres vivos. Ao longo desta unidade, são apresentadas situações nas quais os estudantes podem analisar as transformações e a conservação da matéria e da energia oriundas de fenômenos naturais, como o ciclo hidrológico. Além disso, ao abordar o funcionamento das células – a unidade básica dos seres vivos – é desenvolvida uma ação que integra a competência específica 2. Também neste tema, é possível fomentar ações relacionadas à competência geral 7, incentivando os estudantes a elaborarem argumentos sobre os impactos das atividades humanas no ciclo hidrológico, contribuindo para a sua conscientização socioambiental.

Tema 1 – Ciclo da água – Este tema aborda a participação das plantas no ciclo da água, por meio da evapotranspiração (p. 17). Ao apresentar o ciclo hidrológico, discute-se a interferência das atividades humanas neste processo (como queimadas e desmatamento) e as consequências dessas ações, que resultam na remoção da cobertura vegetal. Também são destacadas formas de minimizar essas consequências, que podem ser adotadas tanto de maneira coletiva quanto governamental. Os assuntos tratados neste tema fornecem subsídios para que a análise, a representação e a previsão das transformações da matéria, ações que formam a habilidade EM13CNT101¹, possam ser mobilizadas ao abordar o ciclo hidrológico, avaliando sua

¹ EM13CNT101: EM = Ensino Médio, 13 = 1ª a 3ª série, CNT = Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, 101 = competência específica 1 e habilidade 1

importância para a manutenção da vida e priorizando o uso consciente dos recursos naturais. A seção de atividades do tema apresenta uma questão sobre a participação das plantas no ciclo da água e sua importância ambiental (p. 17). A análise e a interpretação do ciclo hidrológico – um ciclo biogeoquímico – e a realização de ações individuais para minimizar as consequências nocivas à vida fazem parte da habilidade EM13CNT105. Essas ações são exigidas durante o tema e no desenvolvimento da atividade 1 da seção de atividades, que apresenta uma pequena reportagem sobre a floresta amazônica, seguida de questões sobre a importância das plantas para o ciclo hidrológico, o desmatamento e a necessidade de preservar a Amazônia.

Tema 5 – A unidade básica da vida – Neste tema, é apresentada uma representação genérica de uma célula vegetal (p. 50), diferenciando suas estruturas e funções em relação à célula animal. Este tema também possibilita o desenvolvimento da competência geral 5, ao sugerir que os estudantes aprofundem seus estudos sobre as células, utilizando um simulador digital tridimensional para acessar informações.

5.2.1.1.2 Unidade 3 – Transformações da matéria e da energia – Reações químicas e metabolismo

Ao analisar o metabolismo energético dos seres vivos, é possível identificar a dinâmica da vida e fazer previsões sobre seu funcionamento, como indicado pela competência geral 2.

Tema 2 – Metabolismo celular: processos energéticos celulares – fotossíntese (p. 106-108).

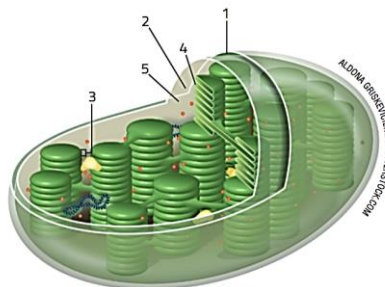
Este tema aborda o metabolismo celular, destacando os processos que envolvem transformações de matéria e energia no interior das células. São apresentados os processos catabólicos e anabólicos que ocorrem no metabolismo de diferentes seres vivos. Ao discutir as reações químicas, os estudantes têm a oportunidade de analisar, representar e prever as transformações de matéria e energia, ações necessárias para mobilizar a habilidade EM13CNT101.

O conteúdo sobre fotossíntese é apresentado de forma resumida, abordando apenas o conceito, caracterizando o cloroplasto e explicando as fases da fotossíntese. A seção de atividades do tema inclui duas questões sobre fotossíntese e uma terceira de verdadeiro ou falso, contendo itens relacionados ao tema (p. 115, 116), como exemplificado na Figura 2. As

questões são simples, exigindo que os estudantes apenas releiam o conteúdo para chegar às respostas.

Figura 2: Exemplo de atividade sobre fotossíntese

3. Observe a representação esquemática a seguir.



- Que organela está retratada na representação esquemática? Identifique as estruturas enumeradas por 1, 2, 3, 4 e 5.
- Que processo energético ocorre nessa organela?
- Quais são as etapas do processo energético que ocorre nessa organela? Identifique as estruturas onde ocorrem e cite os principais eventos dessas etapas.

Fonte: GODÓY; AGNOLO; MELO. Multiversos: Ciências da Natureza. São Paulo: FTD, 2020, p. 115)

5.2.1.1.3 Unidade 4 – Energia e matéria nas cadeias alimentares e ciclos biogeoquímicos

Temas 1, 2 e 3 – Abordam a participação das plantas nas cadeias alimentares, o fluxo de energia nessas cadeias e os ciclos biogeoquímicos. Esta unidade permite o estudo da ciclagem da matéria e do fluxo de energia nos ecossistemas, com foco nas transformações de matéria e energia no contexto ecológico. Ao longo do conteúdo, também é destacado como as atividades humanas podem causar impactos ambientais que interferem nessas interações. Com base nessa compreensão, espera-se que os estudantes proponham ações individuais e coletivas para minimizar tais impactos. Dessa forma, essa unidade contribui para a abordagem da competência específica 1.

Além disso, a análise da dinâmica da vida, a partir do funcionamento dos seres vivos, integra a competência específica 2, que será explorada pelos estudantes. Em diversos momentos, a unidade solicita que investiguem situações-problema e avaliem as aplicações do conhecimento científico na sociedade, utilizando a linguagem própria da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Essas ações estão relacionadas à competência específica 3, além

das habilidades EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT203, EM13CNT301 e EM13CNT303.

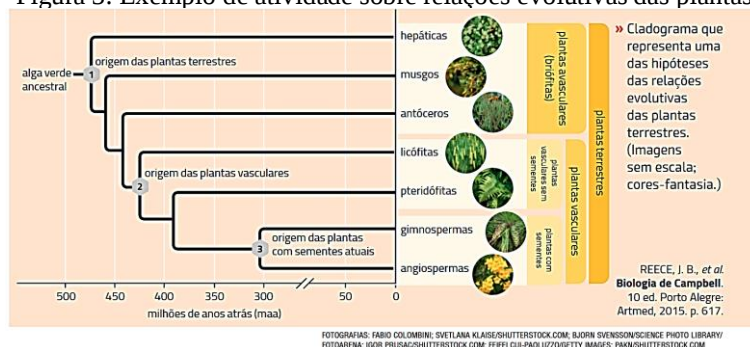
5.2.1.2 Volume 4 – Origens

5.2.1.2.1 Unidade 4 – Evolução da vida

Tema 4 – Breve história da evolução na Terra: apresenta a representação de um cladograma (Figura 3) com as hipóteses sobre a evolução das plantas (p. 143). Nesta seção, é oferecida uma breve descrição das plantas avasculares (Briófitas), das plantas vasculares sem sementes (Pteridófitas e Licófitas) e das plantas vasculares com sementes (Gimnospermas e Angiospermas). O estudo e a análise da dinâmica da vida permitem que os estudantes compreendam a evolução dos seres vivos. Além disso, possibilitam a fundamentação e defesa de decisões éticas, o que contribui para a abordagem da competência específica 2.

O tema 4 apresenta uma visão geral da evolução da vida na Terra, iniciando com o surgimento da vida e destacando eventos evolutivos importantes, como o aparecimento de grupos de seres vivos e as extinções em massa. Esses tópicos evidenciam que a vida no planeta nem sempre foi a mesma. O conteúdo abordado neste tema favorece a mobilização da habilidade EM13CNT202, pois os estudantes terão a oportunidade de analisar as diversas manifestações da vida ao longo do tempo geológico, considerando seus diferentes níveis de organização.

Figura 3: Exemplo de atividade sobre relações evolutivas das plantas



Fonte: GODÓY; AGNOLO; MELO. Multiversos: Ciências da Natureza. São Paulo: FTD, 2020, p. 143)

5.2.1.3 Volume 5 - Ciência, sociedade e ambiente

5.2.1.3.1 Unidade 4 - Proteção da natureza e sustentabilidade

Tema 1 – Biodiversidade: plantas (p. 133): O tema 1 apresenta, de forma concisa, os componentes dos ecossistemas, abordando tanto os fatores abióticos quanto os bióticos e suas interações, as quais são essenciais para a manutenção do equilíbrio ecológico. Explica-se que essas interações podem tanto limitar quanto favorecer a existência dos seres vivos em determinado ambiente. Além disso, o tema destaca algumas características de diversos grupos de seres vivos, como bactérias, protozoários, algas, fungos, plantas e animais, os quais podem habitar os diversos ecossistemas do planeta. Os tópicos abordados neste tema permitem a mobilização da habilidade EM13CNT202, pois os estudantes terão a oportunidade de analisar as formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização, além de identificar os fatores limitantes e favoráveis ao seu desenvolvimento. Essa habilidade também é ativada na atividade 3 da seção de atividades, na qual os estudantes são solicitados a analisar as condições favoráveis e limitantes ao desenvolvimento de duas espécies distintas de gramíneas.

É importante ressaltar que o conteúdo dedicado às plantas neste tema se limita a uma única página, que apresenta uma caracterização, classificação e exemplificação muito superficiais do grupo das plantas, sem aprofundar informações sobre suas características (raízes, caules, folhas, flores, frutos e sementes). Não são fornecidos detalhes sobre sua anatomia e fisiologia, como morfologia, anatomia, nutrição e crescimento, tampouco há uma caracterização mais abrangente dos diferentes grupos de plantas. Volume 6 – Ciência, tecnologia e cidadania

5.2.1.3.2 Unidade 1- Características da ciência

Tema 2 – Investigação científica – Seção de atividades, p. 28 (Figura 4): A atividade apresenta apenas um exemplo de aplicação do método científico, utilizando plantas em um

experimento. Esse exemplo pode ser relacionado à importância da luz para a realização da fotossíntese pelas plantas.

Figura 4: Exemplo de atividade investigativa

5. Uma professora realizou um experimento com sua turma para determinar as variáveis que influenciam no crescimento de plantas, de modo geral. A variável testada na primeira aula foi a luz. Para o experimento, a professora separou quatro vasos de plantas: duas foram mantidas em uma sala escura na ausência de luz; e as outras duas, sob a bancada da sala, na presença da luz ambiente. Ao longo do experimento, as plantas receberam água nas mesmas quantidades e nos mesmos períodos do dia. Ao final, os estudantes observaram que as plantas mantidas no escuro não cresceram tanto quanto as plantas mantidas na presença de luz.
- A respeito do experimento, responda.
- a) Construa uma questão de pesquisa para o experimento realizado pela professora.
 - b) Construa ao menos duas hipóteses que podem ser testadas por meio do experimento realizado pela professora.
 - c) Identifique os materiais necessários à realização do experimento.
 - d) De que forma a observação final dos estudantes poderia ser quantificada?
 - e) Qual a possível conclusão feita pelos estudantes, após a realização do experimento?

Fonte: GODÓY; AGNOLO; MELO. Multiversos: Ciências da Natureza. São Paulo: FTD, 2020, p.28)

5.2.1.3.3 Unidade 2 - Genética e tecnologia

Tema 3 – Biotecnologia – Organismos Geneticamente Modificados (OGM): O tema 3 (p. 68-69) aborda as biotecnologias e suas aplicações na sociedade, destacando tecnologias de manipulação do DNA, como clonagem molecular e terapia gênica. Entre as principais aplicações, são discutidas as voltadas para a agricultura, especialmente no caso dos transgênicos (Figura 5), permitindo a mobilização da habilidade EM13CNT304.

Vale ressaltar que a menção às plantas neste tema ocorre apenas como exemplo de plantas transgênicas introduzidas na alimentação humana, como a soja e o milho. A seção enfatiza tanto as vantagens dessa tecnologia quanto os riscos ambientais e à saúde humana associados a ela.

5.2.2 Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias

A coleção é composta por seis volumes, sendo que cada um deles está dividido em capítulos, os quais contemplam os componentes curriculares da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias, de acordo com o tema específico de cada volume. Os capítulos seguem uma estrutura similar, iniciando com uma apresentação que discute o tema abordado, acompanhada

de propostas de pesquisas complementares. Além disso, são incluídas atividades que possibilitam a construção do conhecimento e a aplicação dos conceitos desenvolvidos ao longo do trabalho pedagógico. A Figura 5 apresenta a capa do livro.

Figura 5: Capa do livro: Moderna Plus - Ciências da Natureza e suas Tecnologias



Fonte: AMABIS *et al.* Moderna Plus: **Ciências da natureza e suas tecnologias**. São Paulo: Moderna, 2020. Capa.

5.2.2.1 Volume 1- O conhecimento científico

Capítulo 1 – O conhecimento científico e as Ciências da Natureza – Exemplo de aplicação da metodologia científica com a utilização de plantas.

O experimento de Charles e Francis Darwin sobre fototropismo ilustra didaticamente as etapas do método científico: observação do fato, formulação de hipóteses, dedução, teste da hipótese com a realização do experimento e validação da hipótese formulada. Embora não seja abordado especificamente no contexto de Botânica, o experimento refere-se a um conhecimento de fisiologia das plantas (hormônios vegetais, como as auxinas). Os conteúdos e atividades

estudados neste item possibilitam o desenvolvimento das habilidades EM13CNT202, ao compreender o papel dos hormônios vegetais como fatores favoráveis ao desenvolvimento da vida; EM13CNT301, na elaboração de hipóteses e interpretação de resultados; e EM13CNT303, na pesquisa e interpretação de textos de divulgação científica, com ênfase na seleção de fontes confiáveis.

Capítulo 5 – Níveis de organização da vida e classificação biológica

Este capítulo apresenta diversos exemplos de plantas para ilustrar as características dos seres vivos e os níveis de organização da vida. Os conteúdos e atividades abordados nesse item favorecem o desenvolvimento das habilidades EM13CNT201 e EM13CNT202, ao detalhar as características dos seres vivos e relacioná-las às condições ambientais e à sua sobrevivência no ambiente em que vivem.

Capítulo 7 – Citologia (I): membrana celular e citoplasma

Neste capítulo, são apresentadas as diferenças entre a célula animal e a célula vegetal (p. 86), por meio de imagens representativas das duas células e seus componentes internos. A seção sobre cloroplastos (p. 92) fornece uma breve caracterização dessa organela como o local responsável pela fotossíntese, seguida de uma sequência de imagens que representam os níveis de organização das estruturas envolvidas na fotossíntese, desde o nível macroscópico da planta até o nível molecular da molécula de clorofila. Os conteúdos e atividades desse item favorecem o desenvolvimento da competência geral 4, ao estimular os estudantes a se expressarem e se comunicarem por meio de diferentes linguagens. A habilidade EM13CNT202 é beneficiada pelo estudo das células, que são consideradas a menor unidade de vida.

5.2.2.2 Volume 2 – Água e vida

Capítulo 2 - Anatomia e fisiologia das plantas: EM13CNT202, EM13CNT205, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303.

Este capítulo abrange, de maneira resumida e clara, diversos conceitos e definições fundamentais de Botânica, organizados em doze páginas. Ele trata da origem, classificação, desenvolvimento, anatomia e fisiologia das plantas, apresentando muitos exemplos e

ilustrações que facilitam a compreensão. Além disso, o capítulo inclui várias sugestões de atividades práticas no manual do professor. Os principais tópicos abordados incluem:

- Origem e classificação das plantas (p. 26)
- Grandes grupos de plantas atuais (p. 26)
- Desenvolvimento e tecidos das plantas com sementes (p. 27)
- Germinação da semente (p. 27)
- Meristemas (p. 28)
- Diferenciação celular e tecidos vegetais (p. 28)
- Organização corporal das plantas angiospermas (p. 31)
- Raiz (p. 31)
- Caule (p. 31)
- Folha (p. 32)
- Fisiologia das plantas angiospermas (p. 33)
- Nutrição das plantas: fotossíntese e nutrientes minerais (p. 33)
- Absorção e condução da seiva mineral (p. 34)
- Produção e condução da seiva orgânica (p. 35)

Capítulo 4 - Reprodução das plantas e hormônios vegetais: EM13CNT202, EM13CNT206, EM13CNT301, EM13CNT302, EM13CNT303, EM13CNT307

Neste capítulo, abordam-se os ciclos de vida e os processos reprodutivos de plantas, destacando as semelhanças e diferenças entre os quatro grandes grupos de plantas. Com doze páginas ricas em ilustrações e esquemas, o conteúdo facilita a visualização e o entendimento do processo reprodutivo das plantas. Além disso, o capítulo trata da importância dos hormônios vegetais e dos fitocromos no controle do desenvolvimento das plantas. Os principais tópicos incluem:

- Reprodução em alguns grupos de plantas (p. 51)
- Grandes grupos de plantas atuais (p. 51)
- Reprodução e ciclo de vida de uma briófito (p. 51)
- Reprodução e ciclo de vida de uma pteridófito (p. 52)
- Reprodução e ciclo de vida de uma gimnosperma (p. 53)
- Reprodução e ciclo de vida de uma angiosperma (p. 54)
- Evolução do ciclo de vida das plantas (p. 56)
- Hormônios vegetais e controle do desenvolvimento (p. 58)

- Auxinas (p. 58)
- Giberelinas (p. 59)
- Citocininas (p. 59)
- Ácido abscísico e etileno (p. 59)
- Fitocromos e desenvolvimento (p. 59)
- Luz e germinação de sementes (p. 60)
- Luz e floração (p. 60)

5.2.2.3 Volume 3 - Matéria e energia

Mobiliza as seguintes habilidades: (EM13CNT101, EM13CNT105, EM13CNT203, EM13CNT303).

Capítulo 2 - Metabolismo energético (p. 25), energia para a vida (p. 26), ATP, a “moeda energética” do mundo vivo (p. 26), fotossíntese (p. 27), ciclo das pentoses e a síntese de glicídios (p. 29).

Este capítulo dedica-se ao estudo do metabolismo energético, apresentando de maneira clara e acessível os processos essenciais para a vida. São seis páginas focadas na fotossíntese, um dos processos mais importantes para a manutenção da vida na Terra. O conteúdo é bem estruturado, acompanhado de inúmeras ilustrações que facilitam a compreensão dos conceitos abordados, incluindo a transformação de energia solar em energia química e sua importância para os organismos vivos.

5.2.2.4 Volume 4 – Humanidade e ambiente

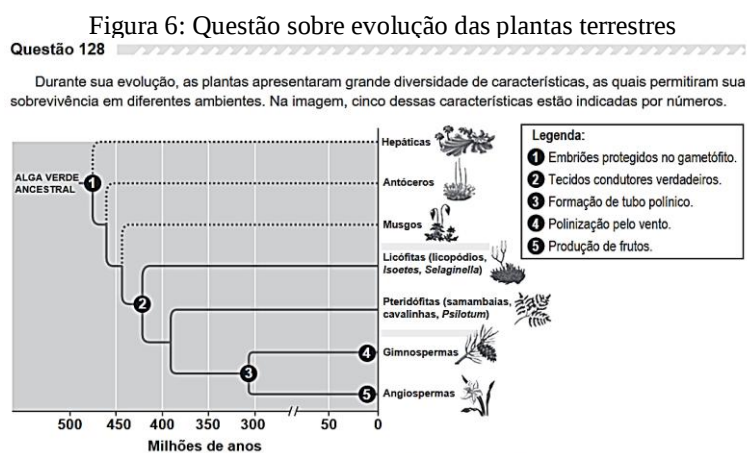
Os conteúdos deste volume são voltados para a questão ambiental e Ecologia apresentando temas de Botânica integrados a conteúdos que requerem conhecimentos sobre as plantas, como, por exemplo, as relações ecológicas, a sucessão ecológica, os biomas e a sustentabilidade ambiental.

5.3 Análise das provas de Ciências da Natureza do ENEM de 2019 a 2023

Foi realizado um levantamento e análise das provas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT) do ENEM na página do Instituto Nacional de Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP) do período de 2019 a 2023, buscando entre as questões de Biologia aquelas relacionadas direta ou indiretamente às plantas, descrevendo os conteúdos abordados em cada uma das questões e sua presença nos livros didáticos analisados.

5.3.1 Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2019

A prova do exame de 2019 apresentou uma única questão (Figura 6) relacionada ao estudo das plantas, abordando o conteúdo de evolução e mostrando a representação de um cladograma com as hipóteses sobre a evolução das plantas. Assunto normalmente tratado nos livros didáticos, exemplo disso é a imagem adaptada para a prova ter sido também utilizada pelo livro didático da coleção *Multiversos* atualizada por Reece *et al.* (2015), mostrado na figura 3, mobilizando as habilidades (EM13CNT201 e EM13CNT202).



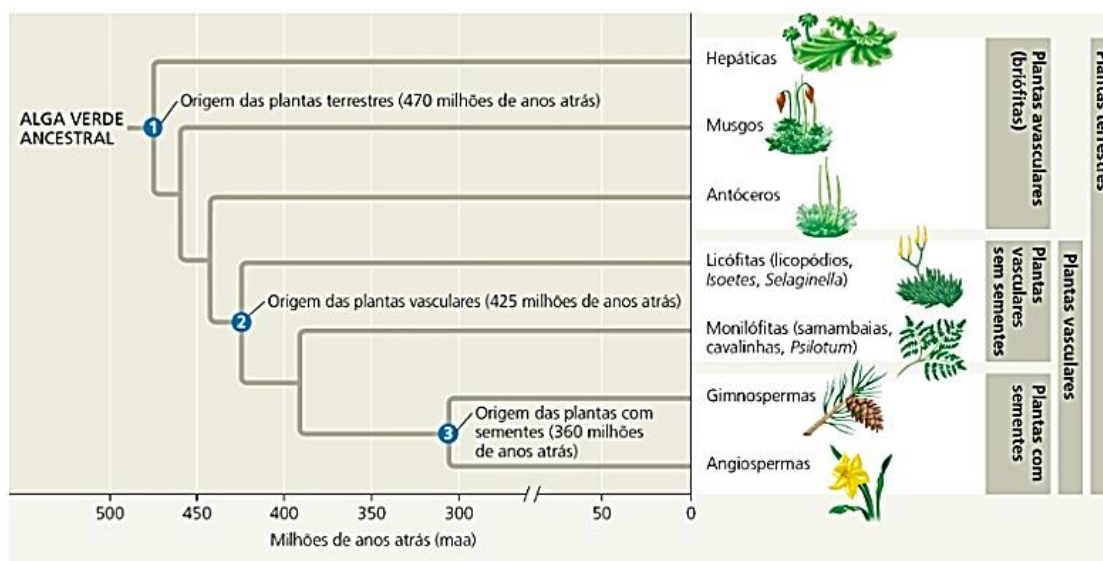
A aquisição evolutiva que permitiu a conquista definitiva do ambiente terrestre pelas plantas está indicada pelo número

- A 1.
- B 2.
- C 3.
- D 4.
- E 5.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2019. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2019. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

É importante destacar que o cladograma da figura foi adaptado da 8ª edição do livro *Biologia* de Campbell (2010), o que implica um lapso temporal de nove anos, considerando que a prova de 2019 ainda apresenta as Gimnospermas como um grupo monofilético. No entanto, essa mesma abordagem persiste na edição mais recente do livro (12ª edição), onde o cladograma reaparece com as mesmas informações (Figura 7). Segundo Urry *et al.* (2022), as espécies atuais de Gimnospermas, das quais as mais conhecidas são as coníferas, formam um clado. Vale ressaltar que a filogenia representada na Figura 7 foca exclusivamente nas relações de parentesco entre as linhagens de vegetais existentes atualmente.

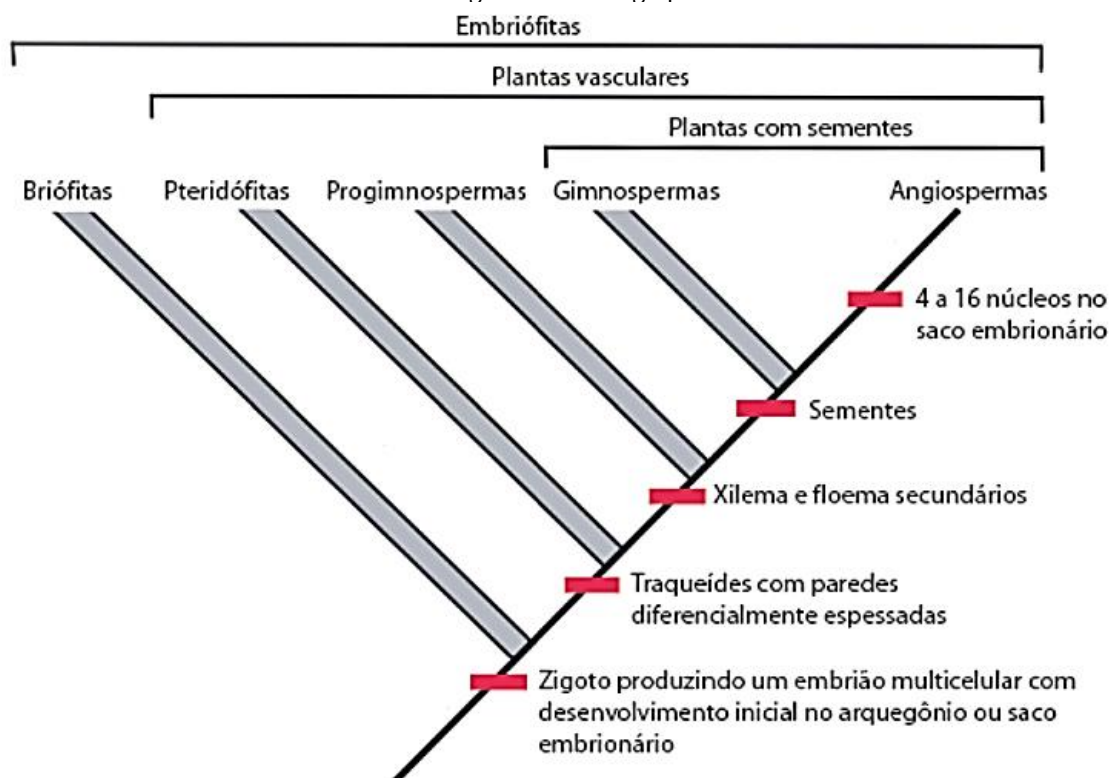
Figura 7: Hipótese evolutiva acerca das relações entre os grupos de plantas



Fonte: Urry *et al.* (2022, p. 622)

Segundo Raven, Evert e Eichhorn (2022) existem quatro filos de Gimnospermas com representantes vivos: *Coniferophyta*, *Cycadophyta*, *Ginkgophyta* e *Gnetophyta*. As relações filogenéticas entre esses quatro grupos ainda permanecem incertas. Análises moleculares recentes indicam que os grupos atuais são monofiléticos; no entanto, quando se consideram tanto os grupos fósseis quanto os atuais, as Gimnospermas são consideradas parafiléticas, pois compartilham um ancestral comum, mas não incluem todos os seus descendentes (Figura 8).

Figura 8: Relações filogenéticas entre os principais grupos de Embriófitas, as faixas largas indicam várias linhagens dentro do grupo.



Fonte: Raven, Evert e Eichhorn (2022 p. 433)

5.3.2 Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2020

A prova do exame de 2020 apresentou duas questões. A primeira, de ecologia, tratou de sucessão ecológica e recuperação de áreas degradadas (Figura 9). Embora não aborde diretamente conteúdos de Botânica, essa questão destaca a importância das plantas na recolonização de áreas degradadas, na recuperação desses espaços e no restabelecimento da comunidade biológica, possibilitando a mobilização da habilidade (EM13CNT201).

Em relação à coleção *Multiversos*, o conteúdo de sucessão ecológica não é abordado diretamente em nenhum dos volumes. Em vez disso, são tratados temas como queimadas, desmatamento, a importância da preservação e conservação da cobertura vegetal e sustentabilidade, mas sem foco em medidas específicas para a restauração ambiental.

Por outro lado, na coleção *Moderna Plus*, no volume 4 – *Humanidade e Ambiente*, o conteúdo de sucessão ecológica é bem trabalhado, apresentando exemplos e imagens que facilitam a compreensão do tema. O conteúdo cobre a chegada das espécies pioneiras, todos os

estágios e características da sucessão ecológica, até a estabilização das condições microclimáticas e o estabelecimento da comunidade clímax.

Figura 9: Questão sobre sucessão ecológica e recuperação de áreas degradadas

Questão 100

Plantas pioneiras são as que iniciam o processo natural de cicatrização de uma área desprovida de vegetação. Em geral, têm pequeno porte e crescem muito rápido, desenvolvem-se a pleno sol e são pouco exigentes quanto às condições do solo. Produzem grande quantidade de sementes e possuem ciclo de vida curto.

BLUM, C. T. *Lista preliminar de espécies vegetais pioneiras nativas do Paraná* – versão 2008. Disponível em: www.chaua.org.br. Acesso em: 10 fev. 2015.

Essas plantas são importantes em um projeto de restauração ambiental, pois promovem, no solo,

- Ⓐ aumento da incidência de luz solar.
- Ⓑ diminuição da absorção de água.
- Ⓒ estabilização da umidade.
- Ⓓ elevação de temperatura.
- Ⓔ liberação de oxigênio.

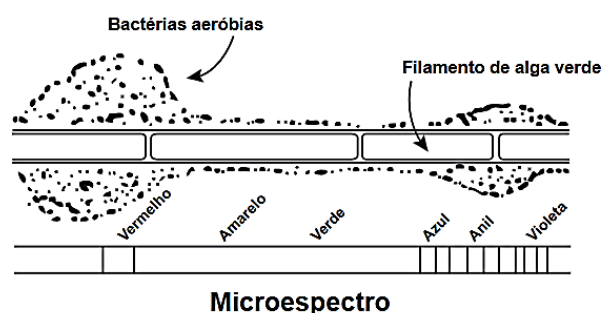
Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2020. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

A segunda questão, sobre metabolismo energético, focou na taxa de fotossíntese em relação ao espectro luminoso (Figura 10), mobilizando a habilidade (EM13CNT101).

Figura 10: Questão sobre Fotossíntese

Questão 117

Em uma aula sobre metabolismo energético, foi apresentado um experimento clássico realizado por Engelmann. Um recipiente contendo bactérias aeróbias e uma alga verde filamentosa foi submetido à iluminação de uma fonte de luz, representada pelo microespectro. Após a explicação, um aluno esquematizou na lousa o resultado do referido experimento.



Considerando a figura, a faixa do microespectro em que a alga possui maior taxa de realização fotossintética é a do:

- A** Anil.
- B** Verde.
- C** Violeta.
- D** Amarelo.
- E** Vermelho.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2020. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2020. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

Importante destacar que nenhum dos livros da coleção *Multiversos* apresenta conteúdos relativos aos espectros luminosos mais favoráveis para a realização da fotossíntese, se restringindo à descrição do fenômeno em si. Na coleção *Moderna Plus*, o livro *água e vida* trata do assunto no conteúdo de fisiologia quando aborda a fotossíntese, até mostrando um gráfico com as melhores faixas do espectro luminoso para a ocorrência da fotossíntese, no entanto, a figura disponibilizada na prova permite a análise e interpretação do resultado do experimento e a escolha da resposta correta.

5.3.3 Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2021

A prova do exame de 2021 apresentou quatro questões. A primeira abordou as interações ecológicas entre plantas e animais, mostrando como o processo de extinção de animais pode prejudicar a dispersão de sementes e levar à redução da flora (Figura 11).

Figura 11: Questão sobre interações ecológicas

Questão 95

Estudo aponta que a extinção de preguiças-gigantes, cuja base da dieta eram frutos e sementes, provocou impactos consideráveis na vegetação do Pantanal brasileiro. A flora, embora não tenha desaparecido, tornou-se menos abundante que no passado, além de ocupar áreas mais restritas.

BICUDO, F. Jardineiros da pesada. Ecologia. *Pesquisa Fapesp*, ed. 231, maio 2015 (adaptado).

O evento descrito com a flora ocorreu em razão da redução

- A** da produção de flores.
- B** do tamanho das plantas.
- C** de fatores de disseminação das sementes.
- D** da quantidade de sementes por fruto.
- E** dos habitats disponíveis para as plantas.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2021. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2021. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

A coleção *Multiversos* apresenta em seu volume 5 – Ciência, Sociedade e Ambiente, uma única página (p. 134) abordando as interações ecológicas interespecíficas com um parágrafo de cada um dos exemplos citados (competição, predatismo, parasitismo e mutualismo), sendo insuficiente tanto em informações, como exemplos e ilustrações, apesar disso, vale destacar que a seção de atividades traz uma questão citando o estudo mostrado na prova. Já a coleção *Moderna Plus* apresenta, no volume 4 – Humanidade e Ambiente, um capítulo inteiro sobre as relações ecológicas, com inúmeros exemplos e ilustrações, ou seja, permitindo uma maior compreensão do conteúdo e da participação das plantas no ambiente.

A segunda questão tratou da reprodução e evolução das angiospermas (Figura 12).

Figura 12: Questão sobre reprodução e evolução de angiospermas

Questão 97 enem2021

Nas angiospermas, além da fertilização da oosfera, existe uma segunda fertilização que resulta num tecido triploide.

Essa segunda fertilização foi importante evolutivamente, pois viabilizou a formação de um tecido de

- A** nutrição para o fruto.
- B** reserva para o embrião.
- C** revestimento para a semente.
- D** proteção para o megagametófito.
- E** vascularização para a planta jovem.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2021. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2021. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

A terceira questão foi sobre hormônios vegetais e propagação vegetativa (Figura 13).

Figura 13: Questão sobre hormônios vegetais e propagação vegetativa

Questão 102 enem2021

O plantio por estaquia é um método de propagação de plantas no qual partes de um espécime são colocadas no solo para produzir novas gerações. Na floricultura, é comum utilizar o caule das roseiras para estaquia, pois a propagação da planta é positiva em razão da aplicação de auxinas na porção inferior do caule.

A utilização de auxinas no método de estaquia das roseiras contribui para

- A** floração da planta.
- B** produção de gemas laterais.
- C** formação de folhas maiores.
- D** formação de raízes adventícias.
- E** produção de compostos energéticos.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2021. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2021. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

As duas questões mencionadas anteriormente (Figuras 12 e 13) referem-se à reprodução das angiospermas e à ação dos hormônios vegetais. No entanto, o livro da coleção *Multiversos* não aborda esses temas. Em contraste, o volume 2 – *Água e Vida* da coleção *Moderna Plus* dedica um capítulo inteiro a esses assuntos, abordando de forma detalhada a reprodução e os ciclos de vida de cada grupo de plantas, com inúmeras ilustrações que facilitam a compreensão do conteúdo. Além disso, o volume também trata da ação dos hormônios vegetais no desenvolvimento das plantas. A terceira questão focou em hormônios vegetais e propagação vegetativa (Figura 14).

A última questão abordou os tecidos vegetais (Figura 14).

Figura 14: Questão sobre tecidos vegetais

Questão 114

- enem2021

Com o objetivo de identificar a melhor espécie produtora de madeira para construção (com resistência mecânica e à degradação), foram analisadas as estruturas anatômicas de cinco espécies, conforme o quadro.

Tecido analisado				
Espécie	Periderme/Esclerênquima	Floema/Esclerênquima	Xilema	
			Alburno	Cerne
1	+ / +	+ / -	+	+++
2	+ / -	+ / -	+++	-
3	++ / -	+++ / +	+	-
4	+++ / +	+++ / -	+	-
5	+++ / +	+++ / +	++	+

Legenda: (-) ausente, (+) presente em pequena quantidade, (++) presente em média quantidade, (+++) presente em grande quantidade.

Qual espécie corresponde ao objetivo proposto?

- A** 1
- B** 2
- C** 3
- D** 4
- E** 5

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2021. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2021. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

Os livros da coleção *Multiversos* não abordam este tema. Por outro lado, o volume 2 – *Água e Vida* da coleção *Moderna Plus* dedica um capítulo inteiro à anatomia e fisiologia das plantas. No entanto, a seção sobre tecidos vegetais é tratada de forma superficial, limitando-se a caracterizar os tecidos sem aprofundar-se especificamente em suas funções.

5.3.4 Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2022

A prova do exame de 2022 apresentou apenas uma questão, que abordou ecologia e o processo de extinção ou redução da flora nativa em virtude da introdução de espécies exóticas (Figura 16). Embora a questão não exija necessariamente um conhecimento botânico, ela evidencia os riscos associados à introdução de espécies exóticas. Mesmo quando espécies vegetais estão presentes em uma região, pode ocorrer um grande desequilíbrio ambiental devido à sua adaptação, reprodução e dispersão no ambiente, o que pode resultar em uma redução da biodiversidade local. Como mencionado anteriormente, o conteúdo de interações ecológicas é

superficialmente tratado na coleção *Multiversos*, enquanto há um maior detalhamento na abordagem das interações ecológicas na coleção *Moderna Plus*.

Figura 15: Questão de ecologia – Introdução de espécies exóticas

QUESTÃO 104

A extinção de espécies é uma ameaça real que afeta diversas regiões do país. A introdução de espécies exóticas pode ser considerada um fator maximizador desse processo. A jaqueira (*Artocarpus heterophyllus*), por exemplo, é uma árvore originária da Índia e de regiões do Sudeste Asiático que foi introduzida ainda na era colonial e se aclimatou muito bem em praticamente todo o território nacional.

Casos como o dessa árvore podem provocar a redução da biodiversidade, pois elas

- A** ocupam áreas de vegetação nativa e substituem parcialmente a flora original.
- B** estimulam a competição por seus frutos entre animais típicos da região e eliminam as espécies perdedoras.
- C** alteram os nichos e aumentam o número de possibilidades de relações entre os seres vivos daquele ambiente.
- D** apresentam alta taxa de reprodução e se mantêm com um número de indivíduos superior à capacidade suporte do ambiente.
- E** diminuem a relação de competição entre os polinizadores e facilitam a ação de dispersores de sementes de espécies nativas.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2022. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2022. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

5.3.5 Questões relacionadas à Botânica no ENEM 2023

A prova do exame de 2023 apresentou três questões, abordando temas como hormônios vegetais (Figura 16), evolução (Figura 17) e fisiologia vegetal (Figura 18).

Figura 16: Questão sobre hormônios vegetais

QUESTÃO 103

Um garoto comprou vários abacates na feira, mas descobriu que eles não estavam maduros o suficiente para serem consumidos. Sua mãe recomendou que ele colocasse os abacates em um recipiente fechado, pois isso aceleraria seu amadurecimento. Com certa dúvida, o garoto realizou esta experiência: colocou alguns abacates no recipiente e deixou os demais em uma fruteira aberta. Surpreendendo-se, ele percebeu que os frutos que estavam no recipiente fechado amadureceram mais rapidamente.

A aceleração desse processo é causada por

- Ⓐ acúmulo de gás etileno.
- Ⓑ redução da umidade do ar.
- Ⓒ aumento da concentração de CO_2 .
- Ⓓ diminuição da intensidade luminosa.
- Ⓔ isolamento do contato com O_2 atmosférico.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2023. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

A questão mencionada refere-se à ação dos hormônios vegetais no processo de amadurecimento dos frutos. Como citado anteriormente, o livro da coleção *Multiversos* não apresenta conteúdo relacionado a esse tema. Por outro lado, o volume 2 – *Água e Vida* da coleção *Moderna Plus* aborda detalhadamente a ação dos hormônios vegetais no desenvolvimento das plantas, incluindo uma proposta de atividade prática sobre a maturação dos frutos, utilizando bananas como exemplo.

Figura 17: Questão sobre evolução das plantas

QUESTÃO 109

Durante a evolução das plantas, ocorreu uma transição do ambiente aquático para o ambiente terrestre graças ao surgimento de algumas estruturas que as tornaram independentes da água. Esse fato permitiu maior dispersão desse grupo de seres vivos, sendo possível observá-los em diferentes ambientes na atualidade.

Qual estrutura possibilitou a independência da água para a fecundação dos seres vivos citados acima?

- A** Fruto.
- B** Esporo.
- C** Semente.
- D** Tubo polínico.
- E** Vaso condutor.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2023. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

Em relação à evolução das plantas, o livro da coleção *Multiversos* apresenta, em três parágrafos, uma sequência evolutiva sobre o surgimento das plantas, destacando algumas características de cada grupo, além de um cladograma que ilustra uma hipótese das relações evolutivas das plantas terrestres. No entanto, na seção dedicada às plantas, o livro não aborda conteúdos relacionados à reprodução ou aos ciclos de vida das plantas. Já no volume 2 da coleção *Moderna Plus – Água e Vida*, essas mudanças evolutivas são tratadas em um tópico intitulado "Evolução dos ciclos de vida das plantas" (p. 56-57), que resume as principais adaptações evolutivas ao ambiente terrestre, com ilustrações comparativas dos ciclos de vida dos diferentes grupos de plantas.

Figura 18: Questão de fisiologia vegetal

QUESTÃO 111

Barbatimão é o nome popular de uma árvore cuja casca é utilizada para fins medicinais. Essa casca é constituída principalmente de dois tecidos vegetais: periderme e floema. A extração da casca tem levado à morte muitos indivíduos dessa espécie, quando o corte retira um anel completo ao longo da circunferência do tronco. Aqueles que têm parte da casca retirada sem completar essa circunferência podem sobreviver.

A morte desses indivíduos, decorrente da retirada do anel completo da casca, é provocada pela interrupção da

- A** fotossíntese.
- B** transpiração.
- C** troca de gases.
- D** formação de brotos.
- E** nutrição das raízes.

Fonte: INEP. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2023. Caderno Amarelo. Brasília: INEP, 2023. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

O conteúdo de fisiologia vegetal não é diretamente abordado nos livros da coleção *Multiversos*. Por outro lado, a coleção *Moderna Plus* apresenta, no livro *Água e Vida*, um capítulo dedicado à anatomia e fisiologia vegetal, abordando de maneira detalhada os processos relacionados à nutrição das plantas, com ênfase nos tecidos condutores de seiva pelo corpo vegetal.

Este estudo demonstra que a Botânica permite ao estudante compreender a relação entre os seres vivos e os ambientes naturais, além de reconhecer o papel das plantas nos ecossistemas e na vida humana. Esses conhecimentos são fundamentais para reforçar a relevância da biodiversidade e sua relação com a sustentabilidade dos ecossistemas. A Fisiologia vegetal, por exemplo, ajuda a compreender processos fundamentais, como a fotossíntese, a transpiração e os ciclos biogeoquímicos que mantêm a vida no planeta. A ecologia apresenta uma perspectiva mais abrangente das interações das plantas com outros organismos e com o meio ambiente. A dificuldade das pessoas em reconhecer a importância das plantas em suas vidas é um desafio educacional que pode ser superado por meio do ensino contextualizado de Botânica. Essas práticas também estão presentes nas Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação Básica (BRASIL, 2013), que propõem a inclusão de temas transversais, como sustentabilidade e

cidadania, no ensino de Ciências. Portanto, ao abordar a Botânica de maneira interdisciplinar, o professor tem a oportunidade de envolver os estudantes em questões globais e locais, incentivando a formação de cidadãos críticos e comprometidos com a conservação ambiental.

Assim, os dados da pesquisa podem, ainda, diretamente, estimular os professores de Biologia da Educação Básica a propor aulas mais experimentais e dinâmicas e assim, despertar o interesse por parte dos estudantes nesse objeto de conhecimento. Além disso, espera-se que este trabalho possa contribuir para futuras pesquisas voltadas à Botânica e ao ensino, principalmente para as discussões científicas das áreas que colocam em xeque as dimensões da Educação Ambiental. As análises dos livros e provas do ENEM, revelaram uma grande ausência de conteúdos abordados nos livros didáticos analisados, especialmente nos livros da coleção *Multiversos – Ciências da Natureza*, que não tratam diversos tópicos de Botânica, por exemplo: taxonomia, desenvolvimento e reprodução, anatomia e fisiologia, ao abordar esses conteúdos, o faz de forma bastante resumida e superficial, apresentando, na maioria das vezes, apenas alguns conceitos, definições e exemplos, sem o devido aprofundamento, tão necessário para quem se candidata ao ENEM. Ao examinar as questões das avaliações do ENEM de 2019 a 2023, nota-se que esses conteúdos são frequentemente cobrados, seja diretamente em questões relacionadas à Fisiologia e Anatomia Vegetal, Evolução, Metabolismo e Reprodução, ou indiretamente em questões relacionadas à Ecologia ou temas ambientais.

Dessa forma, propõe-se uma Sequência Didática Investigativa (SDI) como um recurso pedagógico complementar ao professor, que pode ser usado para promover a investigação e o pensamento crítico dos estudantes em relação a um tema específico, o que pode contribuir significativamente para a compreensão da estrutura e funcionamento das plantas, a conservação da biodiversidade vegetal e a preservação dos ecossistemas naturais, através da promoção de um aprendizado ativo e contextualizado. Segundo Veiga (2020), práticas pedagógicas que favorecem a interação entre teoria e prática, como a investigação científica, são fundamentais para o desenvolvimento de competências críticas nos estudantes, permitindo-lhes compreender os problemas ambientais de forma contextualizada.

Ao combinar a investigação científica com a Educação Ambiental, os alunos desenvolvem habilidades como a observação, análise e interpretação de dados, além de compreenderem a importância ecológica das espécies do Cerrado. A SDI também proporciona um espaço para explorar as interações entre plantas e outros elementos do ecossistema, permitindo que os estudantes compreendam os impactos da ação humana, como desmatamento

e queimadas, na degradação do solo e na perda de espécies nativas. Para Moreira e Masini (2017) experiências práticas são essenciais para promover uma aprendizagem significativa, conectando os conteúdos teóricos à realidade local e fortalecendo a conscientização ambiental.

5.4 Sequência Didática Investigativa (SDI)

Tema: Botânica e Educação Ambiental

Título: *“Investigando as características das plantas e sua importância ambiental”*

Público-Alvo: Estudantes do Ensino Médio - 1ª a 3ª Série – até 35 estudantes.

Número de aulas: 4 aulas de 50 minutos

Recursos didáticos:

Quadro branco;

Notebook;

Chromebooks (se disponíveis);

Fones de ouvido;

Câmeras fotográficas;

Projetor de slides;

Textos informativos sobre as características das plantas do Cerrado;

Livros didáticos;

Acesso à internet.

5.4.1 Introdução

Esta sequência didática visa explorar a diversidade de plantas do Cerrado, estudando suas características, suas adaptações ecológicas e evolutivas, além de aspectos da taxonomia, reprodução, anatomia e morfologia vegetal. Inicialmente será apresentada uma situação-problema aos estudantes que serão desafiados a discutirem e elaborarem hipóteses a respeito do problema. Em um segundo momento, em uma aula de campo, os estudantes terão a

oportunidade de observar diretamente as características morfológicas das plantas e discutir aspectos e padrões ecológicos e evolutivos observados. Em seguida os estudantes terão a possibilidade de investigar as explicações e obter respostas a suas dúvidas e questionamentos, verificando a coerência ou não das hipóteses levantadas inicialmente. A sequência culmina com uma atividade lúdica que reforça os conceitos aprendidos. Esta sequência didática visa proporcionar uma compreensão ampla e integrada sobre as plantas do Cerrado, promovendo a Educação Ambiental e o engajamento dos alunos na preservação desse importante bioma.

Antes de iniciar a aula, incentive e motive os alunos para a saída de campo, peça que formem grupos de até 5 participantes. Apresente claramente os objetivos da aula, explique o que eles devem observar durante a atividade, distribua uma lista de materiais que os alunos precisam levar, como: cadernos de anotações, lápis, lupas, sacos plásticos para coleta, cajados, luvas, e garrafa térmica (5 L) com água, obtenha as permissões necessárias da escola e famílias para a saída de campo. Explique as regras de comportamento durante a atividade, como não se afastar do grupo, respeito à natureza e não tocar em plantas ou animais desconhecidos sem orientação, reforce a necessidade de se vestirem adequadamente com calças compridas, calçados fechados, meias, camisas de mangas longas.

A proposta desta SDI visa uma experiência prática e enriquecedora aos estudantes, incentivando a observação direta da natureza, a coleta e análise de dados e a aplicação do método científico para a resolução de problemas ambientais. Através dessa abordagem, espera-se que os alunos desenvolvam uma maior consciência ambiental e habilidades científicas, essenciais para a formação de cidadãos críticos e responsáveis em relação ao meio ambiente.

Assim que os grupos estiverem prontos, inicie a atividade com perguntas para reflexão, como: *“Vocês conhecem alguma espécie de plantas do Cerrado? vocês conhecem alguma característica dessas plantas? Como essas características contribuem para sua sobrevivência? Alguma com propriedade medicinal? Quais partes são usadas? Para quê?”*

5.4.2 Objetivo geral

Compreender a importância das plantas do Cerrado e conceitos de Botânica, como taxonomia, morfologia, ecologia, etnobotânica e suas adaptações, e promover a conscientização sobre a preservação ambiental, de modo a fomentar a Educação Ambiental.

5.4.3 Objetivos específicos

- Observar características adaptativas das plantas ao ambiente do Cerrado;
- Observar e coletar amostras de plantas do Cerrado;
- Identificar as plantas coletadas e estudar suas características morfológicas;
- Explorar a etnobotânica e o uso tradicional das plantas do Cerrado pelas comunidades locais;
- Desenvolver habilidades de pesquisa, análise crítica e comunicação.

5.4.4 Habilidades da BNCC:

(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.

(EM13CNT206) Justificar 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.

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou

resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, tanto na forma de textos como em equações, gráficos e/ou tabelas, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

5.4.5 Sequência das aulas

5.4.5.1 AULA 1 – Problemática e levantamento de hipóteses iniciais (50 minutos)

1º momento – Apresentação da situação-problema (10 minutos):

Ao iniciar a aula solicite que os estudantes formem grupos de 4 a 5 componentes, entregue a cada grupo uma cópia impressa da situação-problema e das questões norteadoras (sugestões abaixo), que podem também serem expostas na sala de aula em uma projeção ou cartaz e apresente para os estudantes analisarem, refletirem e discutirem nos grupos o problema e as questões apresentadas.

Situação-problema: *“Desafios na Conservação da Vegetação do Cerrado”*

“Nossa escola foi convidada a participar de um projeto de restauração ecológica em uma área do Cerrado próxima à escola, que está sofrendo com a perda de biodiversidade e devido a ação humana”. A proposta é desenvolver um plano de restauração que inclua a seleção de espécies nativas e ações de sensibilização da comunidade local.

Autoria própria

Questões norteadoras referentes à situação-problema:

1. Como as atividades humanas impactam a vegetação do Cerrado?
2. Quais estratégias de conservação podem ser adotadas para proteger a vegetação do Cerrado?

3. Quais são os benefícios das plantas do Cerrado para as comunidades humanas locais?
4. Como podemos promover a Educação Ambiental sobre o Cerrado na comunidade escolar?

Outras questões a serem pesquisadas:

5. Pesquise e descreva brevemente sobre a classificação das plantas, adaptações ao ambiente terrestre, como se reproduzem, sua morfologia externa e funções principais dos órgãos vegetativos.

2º momento – Hipóteses iniciais (30 minutos):

A partir da discussão sobre a situação-problema e das perguntas norteadoras, distribua para cada grupo uma ficha com identificação dos grupos para a anotação das hipóteses iniciais (anexo), por exemplo, sobre o impacto humano na biodiversidade do Cerrado, principais problemas ambientais sofridos pelo Cerrado e técnicas de manejo sustentável no Cerrado. Peça para cada grupo formular no mínimo três hipóteses que explique a partir de seus conhecimentos, o problema a eles apresentado.

3º momento – Apresentação das hipóteses iniciais (10 minutos):

Solicite a cada grupo que faça a leitura das hipóteses iniciais para a classe, permita e incentive a discussão respeitosa entre os estudantes. Recolha as fichas de anotações dos grupos, essas hipóteses servirão como base para investigações ou discussões em sala de aula, estimulando os estudantes a refletirem sobre as relações entre práticas humanas e o meio ambiente.

5.4.5.2 AULA 2 – Aula de campo (50 minutos)

Materiais necessários:

- Consentimento expresso de famílias e responsável na escola para saídas de campo;
- GPS, aplicativo mapsme;
- Cadernos de anotações, lápis para anotações;
- Material para coleta (saquinhos, etiquetas, frascos com tampa, luvas);
- Tesoura de poda;

- Garrações térmicos de 5 L para a água;
- Lupas e binóculos (se disponível);
- Folhas de jornal, prensas de madeira, barbante;
- Câmeras fotográficas ou tablets;
- Folhas de cartolina brancas;
- Roupas e calçados que confirmam segurança como botas, meias grossas, barra da calça dentro da meia, camisa de manga comprida, bordas dentro da calça, chapéus, cajados;
- Acesso à internet;
- Aplicativos para identificação de plantas (WFO, specieslink, plantnet, plantum, inaturalist, google lens, etc).

A aula de campo poderá ocorrer preferencialmente em um parque que apresente vegetação nativa ou (caso não haja), em espaços não formais como praças, jardins, hortas escolares ou em áreas nas adjacências da escola, ou seja, conforme a realidade de cada escola. Segundo Guarino e Porto (2010), alguns fatores que devem ser observados para a escolha do local, são a facilidade de acesso, ser agradável, que apresente uma boa diversidade de seres vivos e que tenha a possibilidade de se manipular o ambiente para mostrar alguns aspectos importantes do ambiente aos estudantes. Sob a orientação do professor e divididos nos mesmos grupos da primeira aula, os estudantes munidos de cadernos de anotações, lápis, lupas e câmeras fotográficas. Percorrem o caminho determinado observando as características das plantas (altura das árvores, tipos de folhas, de caules, de flores, de frutos e de sementes). Professor, oriente a observação da diversidade de espécies vegetais e sinais de degradação do meio ambiente e incentive que façam registros no caderno de anotações e fotografias, buscando identificar as plantas observadas com aplicativos (species link, plantnet, etc), deixando claro que o correto seria utilizar chaves de identificação de sistemática botânica. Caso a escola possua um herbário ou o interesse em montar um, oriente os estudantes a coletarem de forma sustentável, tentando não danificar as plantas, três amostras (pequenos galhos preferencialmente com flores) de cinco espécies encontradas, além de frutos e sementes se houver para posterior identificação das espécies e montagem de exsicatas para conservá-las em um herbário. Oriente os alunos a colocarem as amostras entre as folhas de jornal, empilhe-as e as coloque entre as prensas de madeira ou caixas de papelão para o processo de desidratação, que pode ser feito em uma estufa elétrica de madeira com lâmpadas e que vai levar cerca de uma semana. Os frutos secos e sementes devem ser

acondicionados em saquinhos ou frascos com tampa. Leve todo o material coletado para ser identificado nas aulas seguintes.

5.4.5.3 AULA 3 – Investigação (50 minutos)

1º Momento – Organização dos grupos e apresentação do material de apoio (10 minutos):

Devolva as fichas das hipóteses iniciais aos grupos (os mesmos das aulas anteriores), apresente e disponibilize aos estudantes o material de apoio (anexo). Conforme Carvalho (2013), o problema e o material didático devem ser organizados simultaneamente, pois são interdependentes. O material deve possibilitar a diversificação das ações dos alunos, permitindo a observação de correspondências entre ações e reações ao objeto de estudo.

2º Momento – Teste das hipóteses (30 minutos):

De posse das hipóteses iniciais, formuladas a partir dos conhecimentos prévios dos estudantes, que devem ser devidamente valorizados, e na manipulação do material de apoio, os alunos “testam” suas hipóteses para resolver o problema. Solicite aos alunos que realizem a investigação sobre o tema, utilizando os conhecimentos prévios, livros didáticos, buscas na internet a fim de obter informações que contribuam para responder às questões norteadoras ou outras dúvidas levantadas e validar ou não suas hipóteses iniciais. Aos alunos com dificuldades, sugira termos de pesquisa. Atue sempre como um mediador da pesquisa sem interferir, de modo a permitir aos alunos o protagonismo do próprio aprendizado. Oriente os alunos a pesquisarem em sites confiáveis e diferentes fontes de informação.

3º Momento – Montagem de exsicatas (10 minutos):

Caso haja tempo e com o material necessário previamente preparado, entregue uma das amostras coletadas na aula de campo e já desidratadas para cada grupo. Faça com alunos a montagem das exsicatas nas folhas de cartolinas identificando-as com etiquetas conforme o padrão indicado em bibliografias recomendadas (instruções básicas no material de apoio).

Obs.: O material de apoio deve ser disponibilizado para cada grupo na forma de links, QRCODE, livros didáticos e material impresso para que não haja dificuldade ou problema na realização da investigação.

5.4.5.4 AULA 4 – Resultados, discussão e conclusão (50 minutos)

1º Momento – Apresentação das hipóteses finais (10 minutos):

Nesta etapa, os grupos releem a situação-problema e suas hipóteses iniciais, analisam se elas foram confirmadas ou refutadas pelas pesquisas, agora após o estudo investigativo, rediscutem suas anotações e dizem quais são suas hipóteses finais. Este momento deve ser mediado pelo professor com incentivos à turma em relação ao crescimento e ao aprendizado demonstrado entre o antes e o depois da investigação realizada.

2º Momento – Jogo de cartas “uno botânico” (30 minutos):

Nesta etapa o professor deve disponibilizar o jogo de cartas já embaralhadas adaptado do jogo de UNO que a maioria dos estudantes já conhecem, explica as regras e dá início ao jogo aqui denominado “uno botânico”. Cada grupo retira sete (7) cartas do monte e iniciam o jogo com o grupo que retirou a carta de maior número, havendo igualdade faz-se um par ou ímpar para decidir quem inicia a partida, seguindo pelo lado esquerdo de quem iniciou.

O Jogo possui 100 cartas personalizadas, sendo 60 cartas de perguntas com quatro opções de respostas sobre as plantas, além de 40 cartas ilustradas que trazem breves definições de alguns termos botânicos que serão lidos em voz alta pelos estudantes ao descartarem estas cartas que também indicam uma ação ao próximo grupo (ou jogador). O vencedor será o primeiro grupo a se livrar de todas as cartas na mão, respondendo perguntas ou usando cartas especiais.

Regras do jogo:

- 1- Distribua 7 cartas para cada grupo;
- 2- O restante forma o baralho central;

- 3- A carta do topo do baralho central é virada para começar o monte de descarte. Os jogadores devem descartar uma carta que corresponda à cor ou ao número da última carta descartada;
- 4- Se a carta descartada for de pergunta:
 - O jogador seguinte deve responder corretamente à pergunta para jogar;
 - Se errar, compra 2 cartas do monte.
- 5- Se a carta descartada for de ação, siga as instruções da carta;
- 6- O jogo termina quando um grupo descartar todas as suas cartas ou quando atingir um limite de rodadas combinado previamente.

3º Momento – Conclusão (10 minutos):

Finalize a aula com uma roda de conversas para discutir as principais descobertas e conclusões dos grupos, destaque a importância de se conhecer as características das plantas do Cerrado, suas adaptações ao ambiente e os benefícios provenientes das plantas. Proponha que os estudantes deem sugestões de ações para o desenvolvimento de um plano de restauração que inclua a indicação de espécies nativas e ações de sensibilização da comunidade local para a preservação da vegetação do Cerrado.

5.4.5.5 AVALIAÇÃO

Como critérios de avaliação, considere o envolvimento e o empenho dos estudantes na aula de campo, a qualidade das anotações no caderno de campo e a participação nas discussões geradas durante as aulas.

5.4.5.5.1 RESULTADOS ESPERADOS

Ao término da aula, o aluno deverá ser capaz de:

- Reconhecer a importância das plantas no ambiente;
- Apresentar habilidade de investigação, pesquisa e comunicação.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Glossário ilustrado de morfologia de sementes e plântulas**. 3. ed. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/10829_glossario_ilustrado_morfologia-3.pdf. Acesso em: dez. 2024.

CANAL BRASIL ESCOLA. **Cerrado**. YouTube, 5 nov. 2020. Disponível em: <https://youtu.be/qn9YpZvicDU>. Acesso em: nov. 2024.

CANAL CIÊNCIAS. **O bioma do Cerrado**. YouTube, 15 ago. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/4yPdosqwF4I>. Acesso em: 4 nov. 2024.

CANAL NÚCLEO DE ESTUDOS EM HISTOLOGIA VEGETAL. **Anatomia e fisiologia vegetal**. YouTube, 19 jul. 2022. Disponível em: https://youtu.be/2Ig7J_DZ4i8. Acesso em: 4 nov. 2024.

CANAL PROFº WILLIAM DE ANDRADE. **Resumo sobre classificação e características do reino plantae**. YouTube, 10 set. 2023. Disponível em: <https://youtu.be/l80Dqo4fLrE>. Acesso em: nov. 2024.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

GUARINO, F.; PORTO, F. 2010. Excursões de campo: integrando diferentes conteúdo da Biologia. **Perspectiva Capiana: Revista de pesquisa, ensino e extensão do CAp-UFRJ/ Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Ano 5, n.7 (julho 2010) Rio de Janeiro: Cap -UFRJ, pp 36-38.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Biodiversidade. [2024?]. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>. Acesso em: dez. 2024.

INSTITUTO SOCIEDADE, PROTEÇÃO E NATUREZA. Fauna e flora do Cerrado. [2024?]. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora-do-cerrado/>. Acesso em: dez. 2024.

SILVA, Juliana. **Criação de um herbário na escola**. Brasil Escola. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/criacao-um-herbario-na-escola.htm>. Acesso em: 11 dez. 2024.

ANEXO da SDI:

AUTORIZAÇÃO PARA PARTICIPAÇÃO EM AULA DE CAMPO	
Eu, _____, responsável legal pelo(a) estudante _____, matriculado(a) na turma _____ do Ensino Médio na escola _____, autorizo sua participação na Aula de Campo organizada pela instituição, conforme as informações abaixo:	
Detalhes da Atividade	
• Tema:	
• Local:	
• Data: ____/____/____	
• Horário de saída: ____h / Horário de retorno: ____h	
• Responsáveis pela atividade:	
• Transporte:	
• Custo (se houver): A atividade não envolverá custo.	
Declaração	
Declaro estar ciente das normas de segurança estabelecidas para a atividade e das responsabilidades assumidas pela equipe organizadora. Autorizo a escola a tomar as providências necessárias em caso de emergência, incluindo o encaminhamento a serviços médicos e hospitalares, caso necessário.	
Além disso, declaro que o(a) estudante: () Não apresenta restrições para participar da atividade. () Apresenta restrições, conforme descrito: _____.	
Contato de Emergência	
• Nome:	
• Telefone: () _____ - _____ () _____ - _____	
Assinatura do(a) responsável: _____	
Data: ____/____/____	

Escola.....

Área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT)

Componente curricular: Biologia

Professor:.....

Grupo nº (...).;;
.....;;

Ficha para anotação das hipóteses iniciais

1-

2-

3-

4-

5-

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Data: ____/____/____

Escola.....

Área de conhecimento: Ciências da Natureza e suas Tecnologias (CNT)

Componente curricular: Biologia

Professor:.....

Grupo nº (...).;;;;

Ficha para anotação das hipóteses finais

1-

2-

3-

4-

5-

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

Data: ____/____/____

Material de Apoio

Texto 1 - Flora do Cerrado

A flora do Cerrado é uma combinação fascinante de resistência, beleza e utilidade. Com cerca de 12 mil espécies catalogadas, sendo mais de 4 mil endêmicas, o bioma é considerado um hotspot global de biodiversidade. Essa riqueza está ameaçada, tornando o Cerrado prioritário para esforços de conservação. Caracterizado por um clima estacional, com um verão chuvoso e um inverno seco, o Cerrado exigiu que suas plantas desenvolvessem adaptações notáveis para sobreviver a condições adversas, como a escassez de água e queimadas frequentes.

Entre as estratégias adaptativas, destacam-se as raízes profundas, capazes de buscar água em camadas mais profundas do solo; a capacidade de armazenamento de água e nutrientes em raízes e troncos; folhas adaptadas para minimizar a perda de água; e a dormência de algumas espécies durante períodos de seca. Em relação ao fogo, muitas plantas possuem troncos com cascas espessas, estruturas subterrâneas protetoras e até floração estimulada pelo calor. Essas características permitem que, com a chegada das primeiras chuvas após o período seco, o bioma se revista de verde rapidamente. O Cerrado é um mosaico de vegetações, com paisagens que variam de campos limpos, dominados por gramíneas, a formações florestais conhecidas como Cerradão, onde árvores podem alcançar até 20 metros de altura. Entre essas paisagens, há gradientes de fitofisionomias que adicionam diversidade ao bioma. Áreas próximas a fontes de água, como matas ciliares, matas de galeria e as Veredas, possuem biodiversidade peculiar, com espécies como o buriti, que se destaca pela versatilidade, servindo como alimento e matéria-prima para artesanato.

Os usos da flora do Cerrado são diversos. Mais de 220 espécies têm potencial alimentício e medicinal, entre elas o pequi, buriti, baru, mangaba e jatobá. O pequi, em especial, é amplamente consumido, sendo ingrediente principal em pratos, sorvetes e licores, além de possuir propriedades nutricionais e medicinais. Além dos frutos, o Cerrado abriga flores de rara beleza, como as orquídeas, canelas-de-ema e sempre-vivas, que integram tradições artesanais e culturais. A riqueza do Cerrado vai além de sua flora. Suas plantas e frutos inspiram lendas e festas, como as celebrações da colheita do capim dourado e do pequi. As quebradeiras de coco babaçu, por exemplo, são símbolos da conexão entre a flora e as expressões culturais, transformando o trabalho com o babaçu em músicas, poesias e artes.

Dessa forma, o Cerrado é um bioma singular, cuja flora combina resistência e utilidade com uma beleza delicada e acessível. Apesar de suas adaptações para sobreviver a condições extremas, sua preservação é essencial diante das crescentes ameaças. A riqueza e diversidade do Cerrado, com seus frutos, flores e paisagens, são um convite à admiração e à conscientização sobre a importância de sua conservação.

(Texto adaptado de: **INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE**. Biodiversidade. [2024?]. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>. Acesso em: 30 nov. 2024.

Texto 2- Biodiversidade do Cerrado

O Cerrado, segundo maior bioma do Brasil, ocupa cerca de 25% do território nacional, abrangendo principalmente o Planalto Central, em estados como Goiás, Tocantins, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e outros. Suas características únicas fazem dele uma das regiões de maior biodiversidade do mundo, abrigando mais de 6 mil espécies de árvores e 800 espécies de aves. Cerca de 40% das plantas lenhosas e 50% das abelhas são endêmicas. Junto à Mata Atlântica, o Cerrado é considerado um hotspot global de biodiversidade, por ser ao mesmo tempo rico e ameaçado.

O bioma tem clima tropical, com duas estações bem definidas: uma seca (maio a outubro) e outra chuvosa (outubro a maio). Contudo, a densidade de sua vegetação depende mais de fatores edáficos, como fertilidade do solo, do que da pluviosidade. Isso resulta em uma grande diversidade de formações vegetais, que incluem o cerrado sensu lato, florestas mesofíticas, campos rupestres e áreas de afloramento rochoso. Próximo aos cursos d'água, encontram-se florestas de galeria, buritizais, campos úmidos e plantas aquáticas.

A biodiversidade do Cerrado é comparável à de formações florestais, com alta complexidade de habitats que sustentam uma fauna rica e diversificada. Estima-se que o bioma abrigue cerca de 320 mil espécies, incluindo 67 mil invertebrados, o que representa 20% de sua biota total. Aproximadamente um terço da fauna brasileira e até 5% da fauna mundial ocorrem no Cerrado. Apesar de sua riqueza natural, o Cerrado enfrenta grandes ameaças devido à pressão antrópica. A ocupação humana tem transformado significativamente suas paisagens, resultando em perda de diversidade de espécies e variabilidade genética. Aproximadamente 45% de sua área já foi convertida em pastagens e lavouras, e apenas 1,2% encontram-se em áreas protegidas. Em estados como São Paulo, mais de 95% dos campos naturais foram destruídos nas últimas décadas para a expansão

agrícola. Esse cenário é agravado por ações humanas que intensificam a erosão gênica e a diminuição da biodiversidade. A lista de espécies ameaçadas de extinção no Cerrado tem aumentado: em 1992, eram 108 espécies de plantas vasculares, e em 2005 o número subiu para 624 táxons. Entre eles, predominam dicotiledôneas e monocotiledôneas, além de algumas pteridófitas. O Cerrado é uma das 25 áreas críticas de conservação global, devido à sua biodiversidade única e às taxas alarmantes de destruição. Além das pressões diretas, a falta de conhecimento sobre muitas espécies contribui para perdas irreversíveis de populações, comunidades e ecossistemas. A necessidade de proteger esse bioma é urgente, dado o risco de erosão genética e a perda de serviços ecossistêmicos essenciais para a região e o país.

Dessa forma, o Cerrado, com sua rica diversidade de flora e fauna, enfrenta o desafio de sobreviver em meio a transformações intensas, ressaltando a importância de medidas eficazes de conservação e manejo sustentável.

INSTITUTO SOCIEDADE, PROTEÇÃO E NATUREZA. Fauna e flora do Cerrado. [2024?]. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora-do-cerrado/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

Texto 3 - Criação de um herbário na escola

O herbário consiste em uma coleção de plantas mortas e preservadas que apresentam diferentes fins, sendo um deles o educacional. As plantas são coletadas, identificadas e preparadas de modo a se manterem preservadas. Para a criação do herbário devem ser criadas exsicatas. Veja a seguir essas etapas e algumas dicas para a confecção do herbário:

- Realize a coleta de plantas que farão parte do herbário de modo que a parte coletada seja a mais completa, contendo flores, frutos e folhas, se possível.
- Após a coleta, o material deve ser colocado dentro de um jornal, de maneira organizada, e depois pressionado com papelão em ambos os lados, como se fosse um sanduíche. Coloque prensas de madeira em ambos os lados e amarre bem. As plantas nesse momento estão prontas para a secagem.
- Após a secagem, separe cartolinas de duas cores. Corte uma cartolina no meio e na outra faça apenas uma dobra, de modo que pareça uma pasta.
- Na cartolina que foi cortada, costure a planta seca e cole uma etiqueta contendo as informações sobre a planta. Veja um exemplo simples de etiqueta abaixo:

NOME DA ESCOLA:

Nome científico da planta:

Nome popular da planta:

Descrição da planta:

Local de coleta:

Nome do coletador:

Data da coleta:

- Após colar a etiqueta, colocar a cartolina dentro da pasta feita com a outra cartolina.
- Acondicionar essa pasta em local livre de insetos, seco e arejado.

Como usar o herbário na escola:

As plantas preservadas podem ser utilizadas em aulas de Botânica. Durante toda a criação do herbário, os alunos estarão conhecendo mais sobre os grupos de plantas e suas características. Após a criação, todo o material ficará disponibilizado para aulas futuras. Sendo assim, o professor pode utilizar o herbário, posteriormente, para explicar os diferentes tipos de planta, ou ainda para explicar a morfologia do vegetal. A criação do herbário será um processo importante, portanto, durante a sua criação e também após a finalização do processo.

(Texto adaptado de: BRASIL ESCOLA. Criação de um herbário na escola. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/criacao-um-herbario-na-escola.htm>. Acesso em: 12 nov. 2024.)

QR Codes de arquivos de texto:

Texto: O bioma do Cerrado



Texto: Biodiversidade do Cerrado



Montagem de exsicatas



QR Codes de vídeos:

Cerrado – Brasil escola (11 minutos)



Bioma Cerrado – canal Ciências (8 minutos)



Reino Plantae – Profº Willian (5 minutos)



Anatomia e morfologia vegetal – nevh (5 minutos)



Links para o material de apoio

<https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/criacao-um-herbario-na-escola.htm>

<https://ispn.org.br/biomas/cerrado/> - Texto sobre o bioma do Cerrado

<https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html> - Texto sobre a biodiversidade do Cerrado

<https://youtu.be/YvgS5mwigD0> - Cerrado – Brasil escola (11 minutos)

<https://youtu.be/4yPdosqwF4I> - (Canal ciências)

<https://youtu.be/l80Dqo4fLrE> - (Professor William de Andrade)

https://youtu.be/2Ig7J_DZ4i8 - (Núcleo de Estudos em Histologia Vegetal da FHO)

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho teve como objetivo realizar um levantamento detalhado sobre o conteúdo relacionado à Botânica presente nos livros didáticos da coleção *Multiversos – Ciências da Natureza* e compará-lo com o material de outras coleções, como a *Moderna Plus – Ciências da Natureza e suas Tecnologias*, além de analisar questões do Exame Nacional do Ensino Médio (ENEM) que envolvem temas relacionados à evolução, ecologia, morfologia, anatomia e fisiologia vegetal. A pesquisa focou na identificação das lacunas de conteúdos nos livros da coleção *Multiversos*, com ênfase na relevância de temas como a anatomia e fisiologia vegetal, ciclos de vida das plantas, hormônios vegetais, interações ecológicas e a evolução das plantas, entre outros aspectos essenciais para o aprendizado adequado da Botânica no Ensino Médio, haja vista a frequente presença desses temas nas avaliações do ENEM, principal mecanismo de acesso à maioria das universidades públicas brasileiras.

A metodologia adotada, que envolveu uma análise comparativa e criteriosa dos livros didáticos e questões do ENEM, mostrou-se eficaz no cumprimento dos objetivos gerais e específicos do estudo. A análise dos livros didáticos permitiu não apenas evidenciar os pontos fortes e fracos da abordagem de Botânica, mas também a importância de uma metodologia que favoreça a aprendizagem prática e experimental, incentivando os professores a proporem atividades mais dinâmicas, interativas e contextualizadas. Além disso, a pesquisa demonstrou a necessidade de um maior aprofundamento em conteúdos essenciais que, quando abordados de forma mais robusta, poderiam favorecer a compreensão mais ampla dos estudantes sobre os processos ecológicos e evolutivos das plantas, bem como sua relevância na manutenção dos ecossistemas.

A produção da Sequência Didática Investigativa (SDI), construída com base no levantamento realizado nos livros e no ENEM, oferece um panorama útil e atualizado para os docentes, destacando as lacunas e as oportunidades de integração de conhecimentos. Essa sequência se apresenta como uma ferramenta relevante para a prática pedagógica, especialmente no que tange à Educação Ambiental, pois aborda de forma crítica e reflexiva a importância da Botânica na compreensão dos processos ecológicos, da conservação ambiental e da sustentabilidade.

Assim, a pesquisa contribui de maneira significativa para a área da educação, fornecendo insights valiosos para os professores de Biologia do Ensino Médio. A adoção de abordagens que integrem conteúdos de Botânica e Educação Ambiental de maneira mais consistente e prática poderá despertar o interesse dos estudantes e formar cidadãos mais conscientes das questões ambientais. Espera-se que esse trabalho estimule novas discussões e pesquisas sobre a Botânica e seu ensino, consolidando uma base sólida para a formação de professores que, por sua vez, possam formar novas gerações mais preparadas para compreender e enfrentar os desafios ambientais do futuro.

REFERÊNCIAS

- ALVES, M. H.; LEMOS, J. R. **Manual prático de botânica criptogâmica**. São Paulo: Blucher, 2021.
- AMABIS, J. M. *et al.* **Moderna Plus: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. v. 1-6. São Paulo: Moderna, 2020.
- BORTOLETTO, L. Museus e centro de ciências como espaços educativos não formais. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC**. São Paulo, 2013.
- BRASIL ESCOLA. **Criação de um herbário na escola**. Disponível em: <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/criacao-um-herbario-na-escola.htm>. Acesso em: 12 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. **Glossário ilustrado de morfologia de sementes e plântulas**. 3. ed. 2023. Disponível em: https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/10829_glossario_ilustrado_morfologia-3.pdf. Acesso em: nov. 2024.
- 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. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 28 abr. 1999. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm. Acesso em: 16 fev. 2024.
- BRASIL. **Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF: MEC, 2018. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 30 out. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Caderno Meio Ambiente [livro eletrônico]: Educação ambiental: educação para o consumo**. Brasília, DF: Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação, 2022. Disponível em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br>. Acesso em: 29 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Caderno temático: Meio Ambiente**. Brasília, DF: MEC, 2022. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/cadernos_tematicos/caderno_meio_ambiente_consolidado_v_final_27092022.pdf. Acesso em: 18 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=14874. Acesso em: 30 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da educação. **Programa Nacional do Livro Didático - PNLD**. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/component/content/article?id=12391:pnld>. Acesso em: 14 mar. 2024.
- CAMPBELL, N. A. *et al.* **Biologia**. 8. ed. San Francisco: Pearson Benjamin Cummings, 2010.

CANAL BRASIL ESCOLA. **Cerrado**. YouTube, 5 nov. 2020. Disponível em: <https://youtu.be/qn9YpZvicDU>. Acesso em: 14 nov. 2024.

CANAL CIÊNCIAS. **O bioma do Cerrado**. YouTube, 15 ago. 2021. Disponível em: <https://youtu.be/4yPdosqwF4I>. Acesso em: 14 nov. 2024.

CANAL NÚCLEO DE ESTUDOS EM HISTOLOGIA VEGETAL. **Anatomia e fisiologia vegetal**. YouTube, 19 jul. 2022. Disponível em: https://youtu.be/2Ig7J_DZ4i8. Acesso em: 14 nov. 2024.

CANAL PROFº WILLIAM DE ANDRADE. **Resumo sobre classificação e características do reino plantae**. YouTube, 10 set. 2023. Disponível em: <https://youtu.be/l80Dqo4fLrE>. Acesso em: 14 nov. 2024.

CARVALHO, A. M. P. O ensino de ciências e a proposição de sequências investigativas. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.

CARVALHO, I. C. M. **Educação ambiental: a formação do sujeito ecológico**. São Paulo: Cortez, 2017.

CHOPPIN, A. História dos livros e das edições didáticas: sobre o estado da arte. **Revista Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 30, n. 3, p. 549-566, set./dez. 2004. Tradução de Maria Adriana C. Cappello. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/ep/v30n3/a12v30n3.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2024.

CLEMENT, L.; ALVES, F. J. P.; CUSTÓDIO, J. F. Potencialidades do ensino por investigação para promoção da motivação autônoma na educação científica. **Alexandria**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 101-129, 2015.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERAMBUCO, M. M. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, 2002.

FAGUNDES, J. A.; GONZALEZ, C. E. F. Herbário escolar: suas contribuições ao estudo da botânica no ensino médio. **Programa de Desenvolvimento Educacional da Secretaria de Estado da Educação**. Mestrado em Tecnologia – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, p. 1675-8, 2006.

GIESTA, N. C. Histórias em quadrinhos: recursos da educação ambiental formal e informal. In: RUSCHEINSKY, A. *et al.* **Educação Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Penso, 2012.

GÉRARD, F. M.; ROEGIERS, X. **Conceber e avaliar manuais escolares**. Tradução de Júlia Ferreira e Helena Peralta. Portugal: Porto, 1998.

GODOY, L. P.; AGNOLO, R. M. D.; MELO, W. C. **MULTIVERSOS: Ciências da Natureza**. v. 1-6. São Paulo: FTD, 2020.

GUARINO, F.; PORTO, F. Excursões de campo: integrando diferentes conteúdo da Biologia. **Perspectiva Capiana: Revista de pesquisa, ensino e extensão do CAP-UFRJ / Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro**. Ano 5, n.7 (julho 2010) Rio de Janeiro: Cap -UFRJ, pp 36-38

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2019. Caderno Amarelo. Brasília, 2019. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2020. Caderno Amarelo. Brasília, 2020. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2021. Caderno Amarelo. Brasília, 2021. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2022. Caderno Amarelo. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INEP - Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira. Exame Nacional do Ensino Médio: prova aplicada em 2023. Caderno Amarelo. Brasília, 2023. Disponível em: <http://www.enem.inep.gov.br/>. Acesso em: 14 abr. 2024.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE. Biodiversidade. [2024?]. Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/cbc/conservacao-da-biodiversidade/biodiversidade.html>. Acesso em: 30 nov. 2024.

INSTITUTO SOCIEDADE, PROTEÇÃO E NATUREZA. Fauna e flora do Cerrado. [2024?]. Disponível em: <https://ispn.org.br/biomas/cerrado/fauna-e-flora-do-cerrado/>. Acesso em: 30 nov. 2024.

KATON, G. F.; TOWATA, N.; SAITO, L. C. A cegueira botânica e o uso de estratégias para o ensino de botânica. In: **III Botânica no Inverno 2013**. LOPEZ A. M. *et al.* Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em Aberto**, Brasília, ano 16, n. 69, jan./mar. 1996.

LIMA, R. A. O ensino de botânica: desafios e possibilidades. **South American Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 7, n. 2, p. 01-02, 2020.

MENEZES, G. D. O.; MIRANDA, M. A. M. O lugar da educação ambiental na nova Base Nacional Comum Curricular para o ensino médio. **Revistaea.org**, 2021.

MOLINA, O. **Quem engana quem:** professor x livro didático. Campinas: Papirus, 1987.

MONTEIRO, S. C.; BRANDELLI, C. L. C. Etnobotânica: o estudo das relações entre populações e plantas. In: **Farmacobotânica - Aspectos teóricos e aplicação**. Porto Alegre: Artmed, 2017.

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. A.F. **Aprendizagem significativa: a teoria de David Ausubel**. São Paulo: Centauro, 2017.

MUNFORD, D.; LIMA, M. E. C. C. Ensinar ciências por investigação: em quê estamos de acordo? **Ensino e Pesquisa em Educação e Ciências**, Belo Horizonte, MG, 2007.

- NASCIMENTO, G. G de O. **O livro didático no ensino de biologia**. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Educação, Universidade de Brasília, 2002.
- OLIVEIRA, M. F. C. *et al.* Aprendendo com as plantas: sequência didática de botânica para o ensino fundamental II. **Revista Prática Docente**, v. 7, n. 3, e22075, set./dez. 2022.
- RAVEN, P. H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, S. E. **Biologia vegetal**. 8. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2022.
- REECE, Jane B. *et al.* **Biologia**. 10. ed. San Francisco: Pearson, 2015.
- RICHAUDEAU, F. **Didactique et lecture**. Paris: Retz, 1979.
- RUSCHEINSKY, A. *et al.* **Educação ambiental: Abordagens múltiplas**. 2. ed. São Paulo: Penso, 2012.
- SALATINO, A.; BUCKERIDGE, M. Mas de que te serve saber botânica? **Estudos Avançados**, v. 30, p. 177-196, 2016.
- SCARPA, D. L.; CAMPOS, N. F. Potencialidades do ensino de biologia por investigação. **Estudos Avançados**, v. 32, n. 94, p. 25-41, 2018.
- SCARPA, D. L.; SILVA, M. B. A biologia e o ensino de ciências por investigação: dificuldades e possibilidades. In: CARVALHO, A. M. P. (org). **Ensino de ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- SILVA, Criação de um herbário na escola. **Brasil Escola**. Disponível em: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/criacao-um-herbario-na-escola.htm>. Acesso em: 11 dez. 2024.
- SILVA, L. A. Biomas presentes no Estado do Tocantins. **Câmara dos Deputados Consultoria Legislativa**, Anexo III – Térreo, Brasília – DF, 2007. Disponível em: <https://terrabrasilis.org.br/ecotecadigital/images/abook/pdf/1sem2015/Passivo/biomasttcontins.pdf>. Acesso em: 16 fev. 2024.
- TOCANTINS. Secretaria de Educação do Estado do Tocantins. **Documento Curricular do Tocantins**, 2019. Disponível em: <https://www.to.gov.br/seduc/documento-curricular-do-tocantins-educacao-infantil-e-ensino-fundamental/3pxz92xtgb1p>. Acesso em: 20 dez. 2023.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS. **O livro didático do Ensino Médio**: guia de avaliação. Maceió: UFAL, 2021. Disponível em: <https://www.ufal.br/sisu/livro-didatico-do-ensino-medio-guia-de-avaliacao.pdf>. Acesso em: 10 nov. 2024.
- URRY, L. A.; CAIN, M. L.; WASSERMAN, S. A.; MINORSKY, P. V.; ORR, R. B. **Biologia de Campbell**. 12. ed. Porto Alegre: Artmed, 2022.
- URSI, S. *et al.* Ensino de botânica: conhecimento e encantamento na educação científica. **Estudos Avançados**, 2018; 32(94): 7-24. doi:10.1590/s0103-40142018.3294.0002.

URSI, S.; SALATINO, A. "Impercepção botânica": uma alternativa ao termo "cegueira botânica". **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo**, São Paulo, v. 40, n. 2, p. 1-12, 2022. DOI: 10.11606/issn.2316-9052.bolbot.2022.206050.

VEIGA, I. P. A. **Didática: o ensino e as competências**. Campinas: Papirus, 2020.

VIEIRA, L. P. Educação ambiental nas escolas. **Revista Quero Bolsa**, 2022.

WANDERSEE, J. H.; SCHUSSLER, E. E. Preventing plant blindness. **The American Biology Teacher**, v. 61, n. 2, p. 82-86, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.2307/4450624>. Acesso em: 10 jul. 2024.

ZABALA, A. **A prática educativa: como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2014.

ANEXO

ANEXO A - CARTA JUSTIFICATIVA QUESTÕES ÉTICAS RELATIVAS AO TCM

Instituição: Universidade de Brasília – UnB

Mestrando: Ely de Farias

Título: A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI) PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO.

Prezados membros da comissão do PROFBIO-UnB,

Informo a essa comissão a ausência do parecer consubstanciado do CEP/FS – Unb, conforme a resolução CNS 510/2016, e art. 46º parágrafo único item II que trata da comprovação de que os aspectos éticos da pesquisa foram devidamente atendidos do Regulamento do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA.

A pesquisa intitulada “A PROMOÇÃO DA EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA INVESTIGATIVA (SDI) PARA O ENSINO DE BOTÂNICA NO ENSINO MÉDIO”, foi executada pelo discente ELY DE FARIAS e não foi submetida ao Comitê de Ética em Pesquisa, visto que, considerando que a atividade principal da pesquisa foi a construção da sequência didática, sem a obtenção de dados via questionários, sem a aplicação da sequência didática junto aos estudantes, e com a opção de focar em reflexões acerca de informações de conteúdo e vivências da escola, esclareço que o projeto se enquadra na resolução 510/2016 da CONEP, que em seu art. 1º, parágrafo único, inciso VII – onde afirma que “não serão registradas nem avaliadas pelo sistema CEP/CONEP pesquisa que objetiva o aprofundamento teórico de situações que emergem espontânea e contingencialmente na prática profissional, desde que não revele dados que possam identificar o sujeito”. Assim, não há qualquer questão ética relativas aos participantes da pesquisa de acordo com as resoluções do Conselho Nacional de Saúde, vigentes.

Não tendo nada mais a tratar e atestando a veracidade dessas informações.

Brasília, 21 de fevereiro de 2025.



Documento assinado digitalmente

ELY DE FARIAS

Data: 17/01/2025 15:55:00-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Discente



Documento assinado digitalmente

MARIA FERNANDA NINCE FERREIRA

Data: 20/01/2025 15:46:50-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Orientadora